

**Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava  
Fakulta strojní  
Institut dopravy**

**Stavebně-technické úpravy křižovatky  
Francouzská - Polská v Ostravě-Porubě**

***Build - Technical Modifications of Intersection  
Francouzská - Polská in  
Ostrava-Poruba***

**Student:  
Vedoucí bakalářské práce:**

**Strakoš Ondřej  
Ing. Vladislav Křivda, Ph.D.**

**Ostrava 2009**



# ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Stavebně-technické úpravy křižovatky Francouzská – Polská v Ostravě-Porubě

*Build-Technical Modifications of Intersection Francouzská – Polská in Ostrava-Poruba*

Student: Ondřej Strakoš  
Studijní obor: 2301R002 Dopravní technika  
Pracoviště: Institut dopravy - 342

## Zásady pro zpracování:

1. Úvod.
2. Popis vybrané lokality.
3. Analýza dopravní nehodovosti a konfliktních situací.
4. Návrh stavebně-technických úprav dané křižovatky.
5. Zhodnocení návrhů z hlediska bezpečnostního a ekonomického.
6. Závěr.

### **Pokyny pro zpracování:**

**Rozsah práce:** min. 30 stran textu mimo přílohy + výkresová dokumentace

**Cíl práce:** Cílem práce je navržení úprav organizace a řízení dopravy na křižovatce Francouzská – Polská v Ostravě-Porubě. Po provedení potřebných dopravních průzkumů budou navrženy variantní řešení obsahující stavební úpravy, přestavbu na okružní či světelně řízenou křižovatku s ohledem na blízkou křižovatku Francouzská – Hlavní třída. Součástí práce budou kapacitní propočty a výkresová dokumentace.

### **Seznam doporučené literatury:**

KŘIVDA, V. *Základy organizace a řízení silniční dopravy*. Ostrava: VŠB – Technická univerzita Ostrava, 2006. 170 s. ISBN 80-248-1253-3

FOLPRECHT, J.; KŘIVDA, V. *Organizace a řízení dopravy I*. Ostrava: VŠB - Technická univerzita Ostrava, 2006. 158 s. ISBN 80-248-1030-1

*Technické podmínky TP 135. Projektování okružních křižovatek na silnicích a místních komunikacích*. Ostrava: V-projekt, Ministerstvo dopravy České republiky, 2005

<b>Vedoucí bakalářské práce:</b>	Ing. Vladislav Křivda, Ph.D.
<b>Datum zadání bakalářské práce:</b>	24. září 2008
<b>Datum odevzdání:</b>	22. května 2009
<b>Akademický rok:</b>	2008/2009



.....  
doc. Ing. Vladimír Smrž, Ph.D.

ředitel ID

.....  
prof. Ing. Radim Farana, CSc.  
děkan FS

V Ostravě dne 24. září 2008

## **ANOTACE BAKALÁŘSKÉ PRÁCE**

STRAKOŠ, O. Stavebně- technické úpravy křižovatky Francouzská - Polská v Ostravě-Porubě

Ostrava: Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava, Fakulta strojní, Institut dopravy, 2009, 79 s. Bakalářská práce, vedoucí Křivda, V.

Bakalářská práce se zabývá stavebním řešením křižovatky Francouzská - Polská v Ostravě-Porubě. Obsahuje návrh okružní křižovatky a světelného signalizačního zařízení.

V úvodní části je proveden popis křižovatky, včetně její lokalizace. Dále je poukázáno na dopravní nehodovost a směrový dopravní průzkum. Hlavním bodem je návrh okružní křižovatky podle metody Brilona a Stuweho, metody EPFL, VSS a návrh světelného signalizačního zařízení. Navržená úprava křižovatky je stanovena na základě kritéria bezpečnosti, cenové relace výstavby, spolehlivosti a údržby.

### **ANNOTATION OF THESIS**

STRAKOŠ, O. Build - Technical Modifications of Intersection Francouzská - Polská in Ostrava-Poruba.

Ostrava: VŠB – Technical University of Ostrava, Faculty of Mechanical Engineering, Institute of Transport, 2009, 79 p. Thesis, head Křivda, V.

This bachelor work is engaged in a building solution of the intersection named Francouská-Polská in Ostrava-Poruba. It includes a project of traffic circle and of a light signaling devices.

In the first part of this work we can find the description and the location of the intersection. Then it refers about the traffic accidents there and about the direction survey. The main point of this work is a draft of the traffic circle according to the method of Brilon and Stuwe, method EPFL, VSS and then it includes the draft of a light signaling equipment. The draft of the intersection is based on the criteria as safety, prices of construction, reliability and maintenance.

## **Prohlášení bakaláře**

Prohlašuji, že jsem celou bakalářskou práci včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Ostravě 22. 5. 2009

.....

Strakoš Ondřej

Prohlašuji, že:

- jsem byl seznámen s tím, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon), zejména § 35 (Užití díla v rámci občanských či náboženských obřadů nebo v rámci úředních akcí pořádaných orgány veřejné správy, v rámci školních představení a užití díla školního) a § 60 (Školní dílo).
- beru na vědomí, že Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava (dále jen VŠB - TUO) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě bakalářskou práci užít (§ 35 odst. 3).
- souhlasím s tím, že jeden výtisk bakalářské práce bude uložen v Ústřední knihovně VŠB - TUO k prezenčnímu nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího bakalářské práce. Souhlasím s tím, že údaje o bakalářské práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB - TUO.
- bylo sjednáno, že s VŠB - TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.
- bylo sjednáno, že užít své dílo - bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB - TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB - TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).

V Ostravě 22. 5. 2008

.....  
Strakoš Ondřej

Adresa trvalého pobytu studenta:  
Rychaltice 88, 739 46 Hukvaldy

# OBSAH

<b>ÚVOD.....</b>	<b>9</b>
<b>1 POPIS VYBRANÉ LOKALITY .....</b>	<b>10</b>
1.1 LOKALIZACE A POPIS KŘÍŽOVATKY FRANCOUZSKÁ - POLSKÁ.....	10
1.1.1 Směrový dopravní průzkum křižovatky Francouzská - Polská .....	11
1.1.2 Vyhodnocení směrového dopravního průzkumu.....	12
1.2 LOKALIZACE A POPIS KŘÍŽOVATKY HLAVNÍ TŘÍDA - FRANCOUZSKÁ .....	14
1.2.1 Vyhodnocení směrového dopravního průzkumu.....	15
<b>2 ANALÝZA DOPRAVNÍ NEHODOVOSTI A KONFLIKTNÍCH SITUACÍ ....</b>	<b>17</b>
2.1 DOPRAVNÍ NEHODY MĚSTA OSTRAVY .....	17
2.2 DOPRAVNÍ NEHODOVOST KŘÍŽOVATKY FRANCOUZSKÁ - POLSKÁ .....	18
2.2.1 Konfliktní situace křižovatky Francouzská - Polská .....	19
2.3 DOPRAVNÍ NEHODOVOST KŘÍŽOVATKY HLAVNÍ TŘÍDA - FRANCOUZSKÁ.....	21
<b>3 NÁVRH STAVEBNĚ-TECHNICKÝCH ÚPRAV DANÉ KŘÍŽOVATKY .....</b>	<b>22</b>
3.1 NÁVRH OKRUŽNÍ KŘÍŽOVATKY .....	22
3.1.1 Základní pojmy a definice .....	22
3.1.2 Kolizní body na okružní křižovatce.....	25
3.1.3 Kapacita vjezdu podle metody Brilona a Stuweho .....	26
3.1.4 Kapacita vjezdu podle metody EPFL .....	30
3.1.5 Kapacita vjezdu podle VSS .....	35
3.1.6 Srovnání rezerv .....	38
3.2 NÁVRH SVĚTELNÉHO SIGNALIZAČNÍHO ZAŘÍZENÍ .....	39
3.2.1 Základní pojmy a definice .....	40
3.2.2 Kolizní body na průsečné křižovatce.....	41
3.3 VÝPOČET ŘÍZENÉ KŘÍŽOVATKY.....	42
3.3.1 Výpočet najíždějících směrů.....	43
3.3.2 Výpočet podle metody spotřeby času .....	46
<b>4 ZHODNOCENÍ NÁVRHU Z HLEDISKA BEZPEČNOSTNÍHO A EKONOMICKÉHO .....</b>	<b>52</b>
4.1 EKONOMICKÉ ZHODNOCENÍ OKRUŽNÍ KŘÍŽOVATKY.....	52
4.2 EKONOMICKÉ ZHODNOCENÍ SVĚTELNÉHO SIGNALIZAČNÍHO ZAŘÍZENÍ.....	54
<b>5 ZÁVĚR .....</b>	<b>57</b>
<b>SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....</b>	<b>59</b>

## SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

MHD	městská hromadná doprava
SSZ	světelné signalizační zařízení
atd.	a tak dále
j.v.	jednotková vozidla
obr.	obrázek
tab.	tabulka
$ALG_e [\%]$	stupeň vytížení
$A, B [j.v./h]$	koeficienty okružní křižovatky
$b [m]$	vzdálenost mezi kolizními body
$C [s]$	délka cyklu
$C_A [j.v./h]$	kapacita dopravního proudu
$CW [s]$	průměrné zdržení na vjezdu
$I [j.v./h]$	intenzita dopravního směru
$K [j.v./h]$	kapacita
$K [-]$	výsledný koeficient faktoru omezení pro vyšetřovaný směr
$K_{narust} [-]$	nárůstový koeficient
$k_{ch} [-]$	koeficient intenzity chodců
$k_n [-]$	koeficient počtu řadicích pruhů
$k_{odb} [-]$	koeficient poměru odbočujících a přímo jedoucích vozidel
$k_R [-]$	koeficient poloměru odbočení
$k_s [-]$	koeficient šířky řadicího pruhu
$k_{skl} [-]$	koeficient sklonového poměru
$L_e [j.v./h]$	kapacita vjezdu



$L_n[m]$ .....	najíždějící dráha
$L_v[m]$ .....	vyklizovací dráha
$l[m]$ .....	délka řadicího pruhu
$l_{voz}[m]$ .....	délka vozidla
$M[j.v./h]$ .....	intenzita dopravního proudu
$n[-]$ .....	počet řadicích pruhů
$Q_a[j.v./h]$ .....	intenzita dopravního proudu
$Q_E[j.v./h]$ .....	intenzita vozidel
$Q_k[j.v./h]$ .....	intenzita dopravního proudu
$R[\%]$ .....	rezerva
$S[j.v./h]$ .....	saturovaný tok
$t_b[s]$ .....	bezpečnostní doba
$t_m[s]$ .....	mezičas
$t_{mskut}[s]$ .....	skutečný mezičas
$t_n[s]$ .....	najíždějící doba
$t_v[s]$ .....	vyklizovací doba
$v_n[m \cdot s^{-1}]$ .....	najíždějící rychlost
$v_v[m \cdot s^{-1}]$ .....	rychlost vyklízejícího vozidla nebo chodce
$Z_{v,i}[s]$ .....	délka zelené fáze
$\alpha, \beta[-]$ .....	koeficient okružní křižovatky

# Úvod

Silniční doprava je nejoblíbenějším, nejvyužívanějším a nejflexibilnějším typem dopravy. Umožňuje spojení mezi státy, různými metropolemi, městy, vesnicemi apod. Můžeme ji řadit mezi nejstarší a základní činnosti člověka, jež výrazně přispívá k rozvoji společnosti, osídlení, státu, národního hospodářství, kultury, osobností a vnitřní politiky.

Silniční doprava se řadí na první příčku, co se týče nebezpečnosti a nákladů z hlediska dopravních nehod. Bezpečnost na silnicích se týká všech účastníků silničního provozu a rovněž všichni účastníci musí bezpečnostní pravidla respektovat. V rámci Evropské unie však i přes zavedení účinných opatření pro bezpečnější provoz na silnicích zůstávají počty smrtelných úrazů při dopravních nehodách stále nepřijatelně vysoké: 1,3 milionu dopravních nehod ročně způsobí 43 000 smrtelných úrazů a 1,7 milionu zranění [1]. Tato vysoká čísla by rozhodně měla vést k zamyšlení. Za hlavní příčinu dopravních nehod je považováno chování účastníků silničního provozu, zejména nepřiměřená rychlost či nedodržení maximální povolené rychlosti, nedodržení přednosti v jízdě, řízení pod vlivem alkoholu a omamných látek apod.

Za příčinu dopravních nehod lze zčásti považovat i organizaci a řízení silničního provozu, zejména řízení křižovatek pozemních komunikací. Okružní křižovatky nebo řízené křižovatky, které jsou řízeny pomocí světelného signalizačního zařízení, jsou jednou z možností, jak řídit a organizovat provoz silničních komunikací a zejména křižovatek.

Ve své práci se budu zabývat stavební úpravou křižovatky Francouzská – Polská v Ostravě-Porubě. Jelikož se tato křižovatka nachází na 35. místě v hodnocení závažnosti dopravních nehod na křižovatkách města Ostravy, zvolil jsem takové úpravy, aby vedly ke zlepšení plynulosti, bezpečnosti dopravy a taky k nižší čekací době při odbočování.

Práce se bude zabývat návrhem okružní křižovatky, která zlepší plynulost, bezpečnost a viditelnost při odbočování na křižovatce Francouzská – Polská. Dále se bude zabývat řešením SSZ, které povede k vypracování pevného signalizačního plánu. SSZ umožní bezpečné projetí křižovatkou a zajistí ochranu chodců při přecházení křižovatkou.

# 1 Popis vybrané lokality

## 1.1 Lokalizace a popis křižovatky Francouzská - Polská

Křižovatka Francouzská - Polská se nachází na hranici mezi Ostravou-Porubou a Ostravou-Svinovem. Jde o úrovnňovou křižovatku se čtyřmi rameny, které jsou řízeny pomocí svislých dopravních značek. Ulice Polská má dva jízdní pruhy a při odbočování na ulici Francouzskou má dva odbočovací pruhy, ulice Francouzská má jeden odbočovací pruh při odbočování doleva na Polskou, jinak má dva jízdní pruhy. Hlavní pozemní komunikace je ve směru Francouzská (od Opavské) - Nad Porubkou, na kterou je přivedena vedlejší ulice Polská a ulice Ze Sídliště. Křižovatka se nachází u obchodního centra Tesco a nedaleko obchodního centra Tesco HM Ostrava-Třebovice. Na křižovatce je větší intenzita chodců, protože se v blízkosti křižovatky nachází střední škola oděvní a různá obchodní centra. Obě komunikace jsou využívány městskou hromadnou dopravou – autobusovými linkami (36, 43, 44, 54, 56) [2], které se pohybují ve směrech Francouzská - Polská a Francouzská (od Nad Porubkou – Polská). Časté cílové stanoviště těchto linek je Alšovo náměstí – Hlučín sídliště, Otakara Jeremiáše – Třebovice Tesco nebo Svinov nádraží – Opavská.



*Obr. č.1.1 Náhled na křižovatku Francouzská - Polská [3]*

### 1.1.1 Směrový dopravní průzkum křižovatky Francouzská - Polská

Při dopravních průzkumech určujeme intenzitu dopravy jednotlivých proudů. Dopravní intenzita ukazuje pohyb účastníků silničního provozu na křižovatce Francouzská - Polská. Jedná se o určení počtu a druhů vozidel, která projedou za daný čas danou lokalitou (křižovatkou) – viz příloha č. 6 a 7.

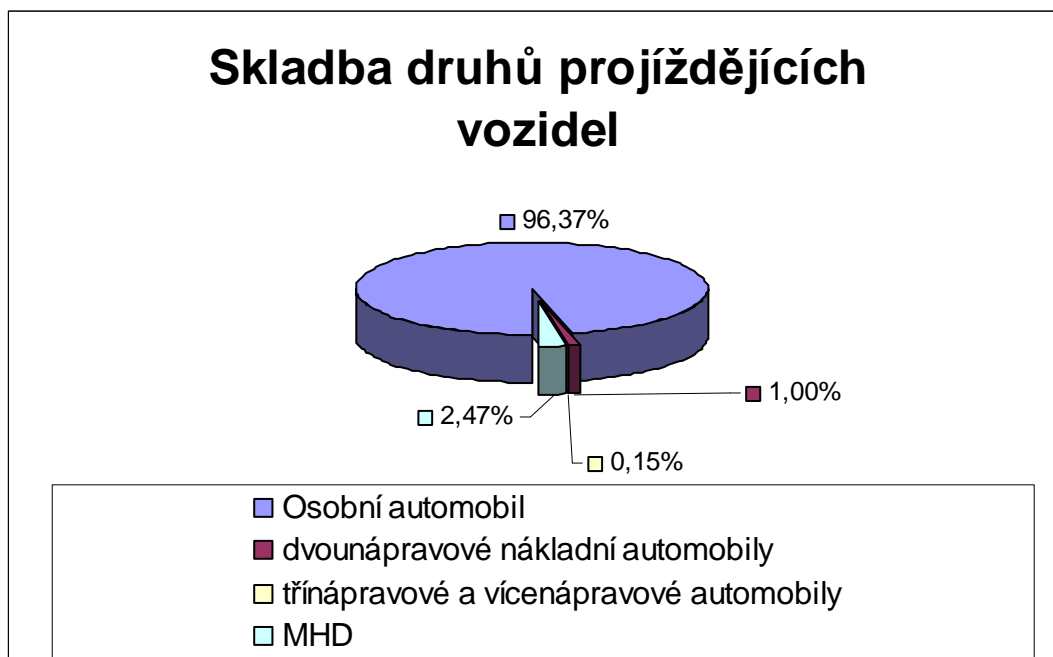
Počty vozidel se obvykle přepočítávají na jednotková vozidla. Jednotkové vozidlo je srovnávací početní jednotka vyjadřující vliv jednotlivých druhů vozidel v dopravním proudu. Je reprezentováno průměrným osobním automobilem, na jehož jízdní vlastnosti a rozměry se ostatní vozidla přepočítávají pomocí přepočtových koeficientů. [4]

Přepočtové koeficienty nejsou pevně dány. Obvykle se pohybují v rozmezí od 1 do 3 podle druhu a typu vozidla. Pro výpočet volím tyto koeficienty – viz tab. č. 1.1.

*Tab. č. 1.1 Určení přepočtového koeficientu [4]*

	Přepočtový koeficient
osobní automobil	1
dvounápravové nákladní automobily	1,5
třínápravové a vícenápravové automobily	2,5
jízdní soupravy, MHD	3

Co se týče skladby projíždějících vozidel, z velké části převládají osobní automobily, které tvoří 96,37 %. Ulice Polská a Francouzská jsou obsluhovány MHD Ostrava, jež tvoří druhou největší skupinu projíždějících vozidel na křižovatce (2,47 %). Počet nákladních automobilů dvounápravových a třínápravových a jízdních souprav tvoří minimální hodnotu ve srovnání s počtem osobních automobilů (1,15 %).

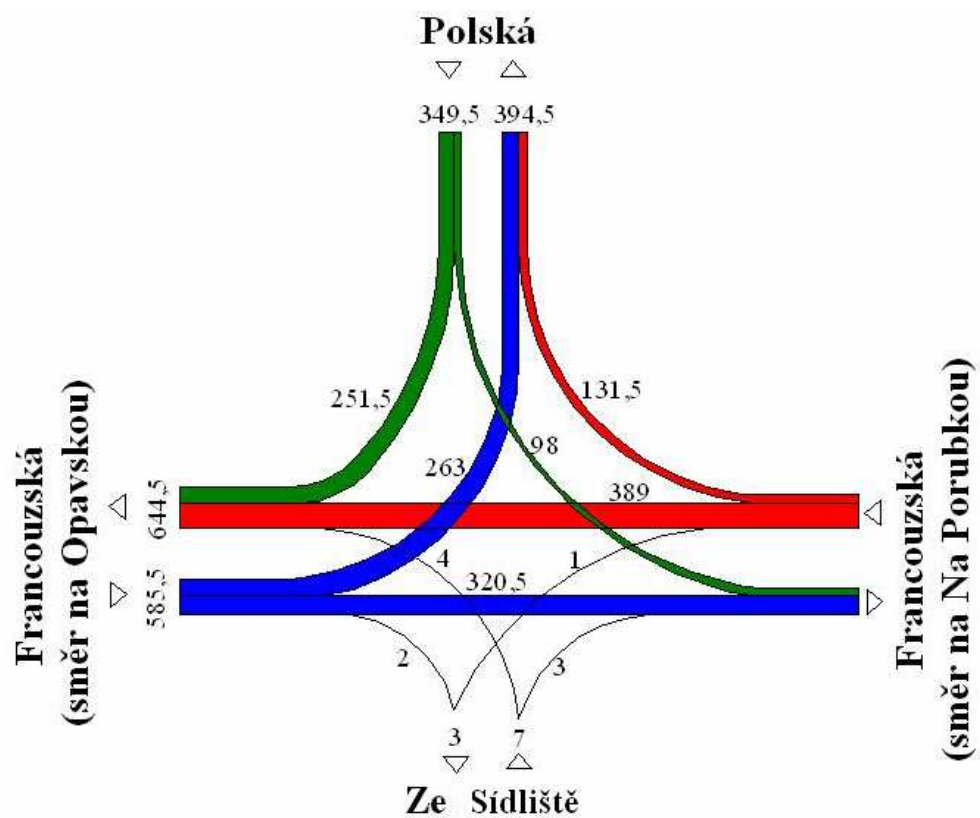


*Obr. č. 1.2 Skladba intenzity provozu*

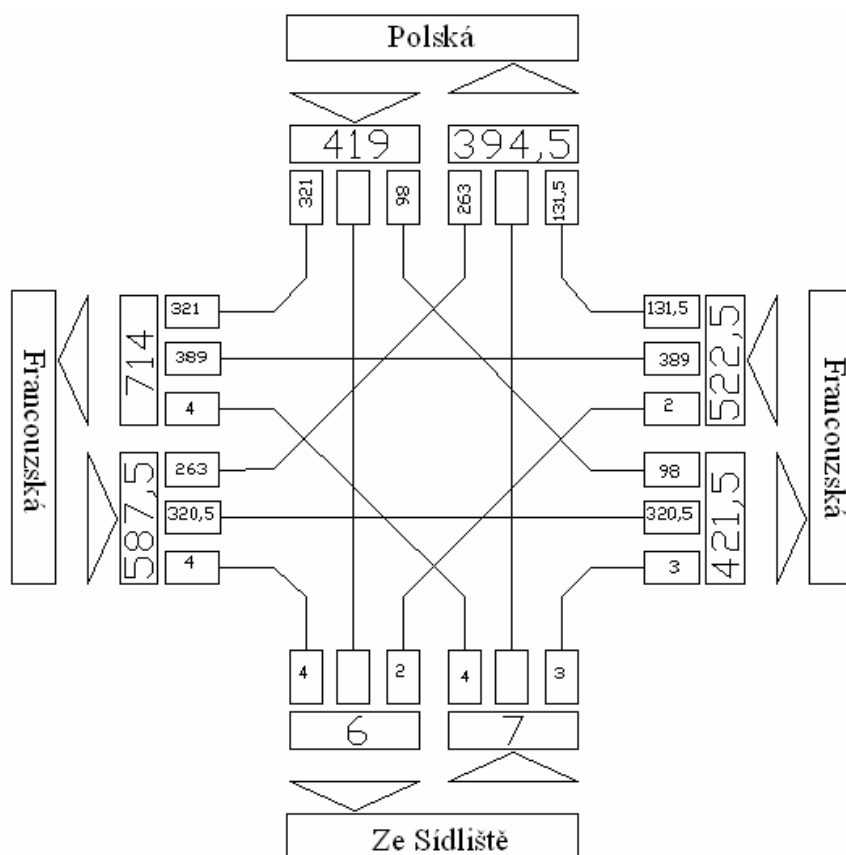
#### 1.1.2 Vyhodnocení směrového dopravního průzkumu

Kartogramy a pentlogramy určují na základě směrových dopravních průzkumů a průzkumů intenzit dopravních proudů grafická znázornění, která nám řeknou mnohem víc než tabelární zpracování intenzit proudů a směrů. Tato znázornění jsou rovněž přehlednější a názornější.

Z kartogramu lze vidět všechny směry, které mohou využít účastníci provozu. Je patrné, že směry, které jsou směřovány rovně z výjezdu Ze Sídliště, nebyly využity. Nejvíce zatížena je hlavní ulice Francouzská. Nejvíce zatížené rameno má intenzitu 644,5 j.v./h. Toto rameno směřuje dále na ulici Opavskou – tímto směrem jsou dvě obchodní centra a již zmíněné Tesco, které se nachází v blízkosti křižovatky Opavská - Francouzská - Martinovská a obchodní centrum Tesco HM Ostrava-Třebovice (poblíž nádraží Ostrava-Svinov). Nejméně zatížený směr je směr Ze Sídliště, ve kterém je intenzita provozu minimální, což odpovídá hodnotě 10 j.v./h. Znázornění pentlogramu a kartogramu – viz obr. č. 1.3 a 1.4.



Obr. č. 1.3 Pentlogram křižovatky Francouzská - Polská



Obr.č. 1.4 Kartogram křižovatky Francouzská - Polská

## 1.2 Lokalizace a popis křižovatky Hlavní třída - Francouzská

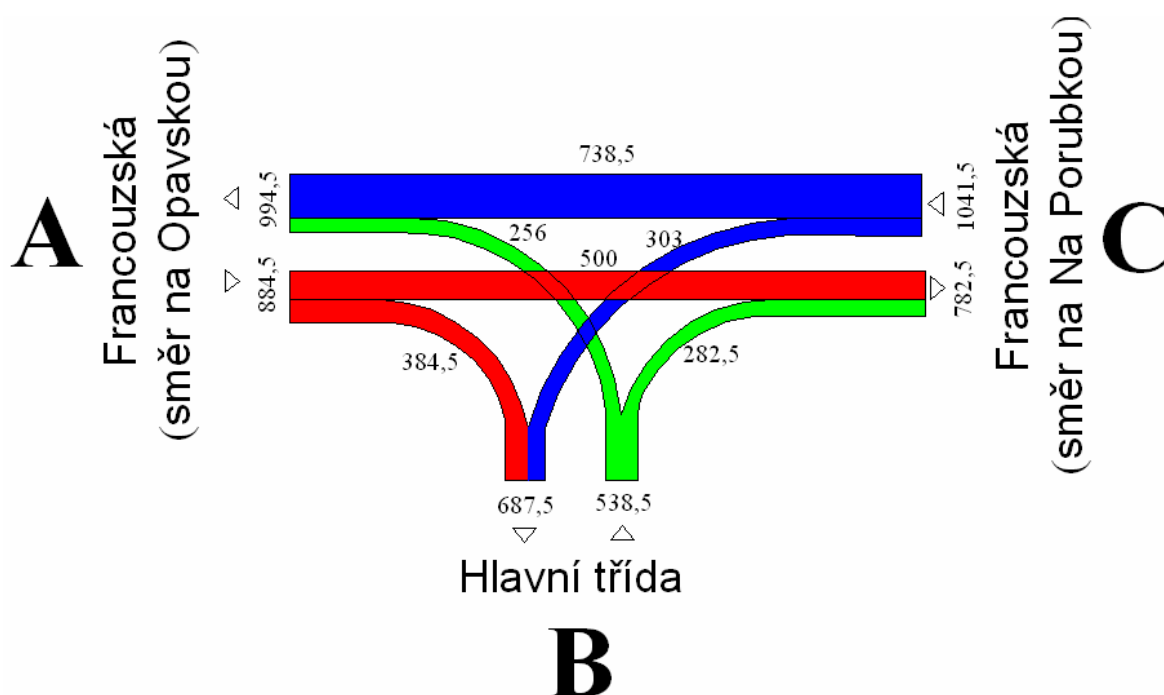
Křižovatka s označením 4046 se nachází v přímé blízkosti křižovatky Francouzská - Polská. Jedná se o stykovou křižovatku se dvěma styčnými rameny. Provoz je řízen pomocí svislých dopravních značek. Hlavní pozemní komunikace je Francouzská ulice. Styčná ramena mají dva jízdní pruhy, které slouží pro lepší koordinaci a obslužnost obchodních zón, restaurací, sídlišť atd., rovněž slouží jako dva odbočovací pruhy. Obě komunikace jsou obsluhovány MHD Ostrava. Stezka pro cyklisty a chodce je vedena středem komunikace na středovém ostrůvku. Hlavní třída spojuje frekventovanou ulici Francouzskou a 17. listopadu. V její blízkosti se nachází Fakultní nemocnice Ostrava-Poruba a Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava. Intenzita dopravy Hlavní třídy je podpořena obchodními domy. Přechod pro chodce na ulici Hlavní třída je frekventovanější, protože v blízkosti se nachází obchodní centrum Tesco, střední škola oděvní a různá obchodní centra a restaurace. Obě komunikace jsou využívány městskou hromadnou dopravou, autobusovými linkami (44, 54, 56) [2], které se pohybují ve směru Hlavní třída - Francouzská - Polská.



*Obr. č. 1.5 Křižovatka Francouzská - Hlavní třída [3]*

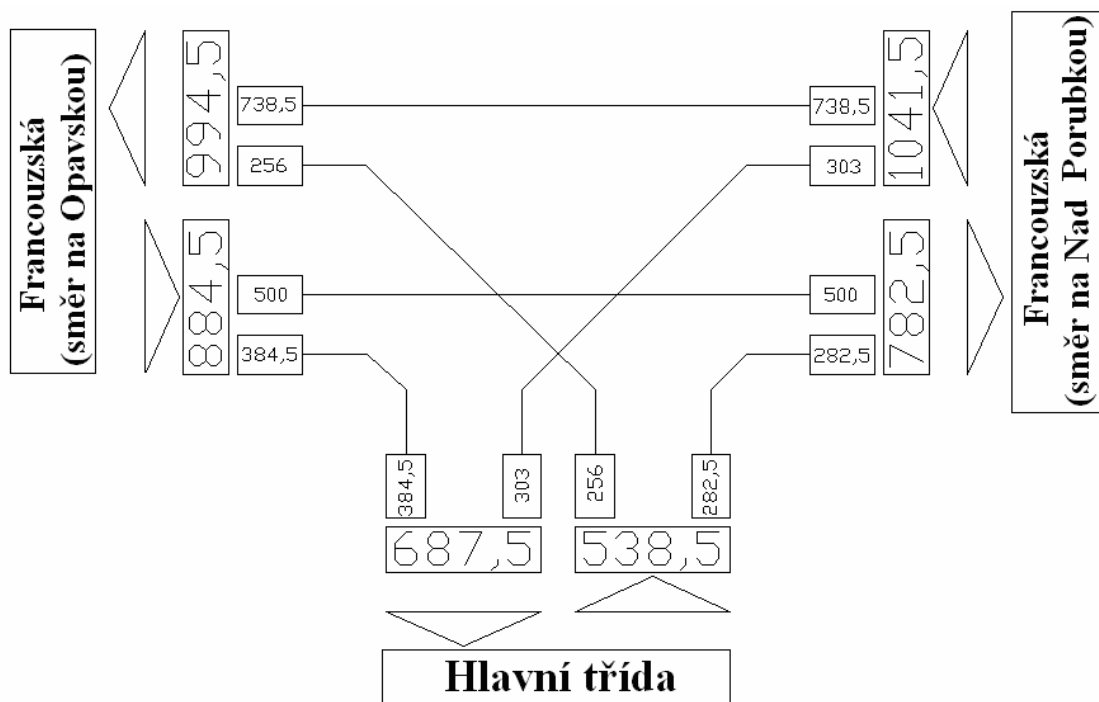
### 1.2.1 Vyhodnocení směrového dopravního průzkumu

Z kartogramu a pentlogramu lze vidět všechny směry, které mohou využít účastníci silničního provozu. Je patrné, že ulice Francouzská je nejvíce zatížená. Tímto směrem jsou dvě obchodní centra a Tesco, které se nachází v blízkosti křižovatky Opavská - Francouzská – Martinovská, a obchodní centrum Tesco HM Ostrava-Třebovice (poblíž nádraží Ostrava-Svinov). Ze směru od Nad Porubkou - Francouzská - Opavská projede nejvíce 1041,5 j.v/h. a v opačném směru, tj. Opavská - Francouzská - Nad Porubkou, projede 884,5 j.v/h. Na Hlavní třídu odbočí z ulice Francouzské celkem 687,5 j.v./h. Z Hlavní třídy vjede na Francouzskou ulici celkem 538,5 j.v/h.



Obr. č. 1.6 Pentlogram křižovatky Hlavní třída - Francouzská [5]





Obr. č. 1.7 Kartogram křižovatky Hlavní třída - Francouzská [5]

## 2 Analýza dopravní nehodovosti a konfliktních situací

### 2.1 Dopravní nehody města Ostravy

Za rok 2007 se na ostravských křižovatkách podle statistik Ostravských komunikací stalo celkem 998 dopravních nehod. V jejich důsledcích se vesměs jednalo o lehká a střední poranění. Smrtelná dopravní nehoda byla evidována jen jedna.

Příčiny dopravních nehod byly:

- nedání přednosti v jízdě,
- nedodržení bezpečné vzdálenosti,
- nedodržení povolené rychlosti,
- nebezpečné předjíždění,
- vstup chodce v nesprávný okamžik do vozovky apod..

Celková hmotná škoda všech evidovaných dopravních nehod je vyčíslena na částku 59 729 000 Kč.

Tab. č. 2.1 Přehled nehod na sledovaných křižovatkách v Ostravě[6]

Pořadí	Číslo křižovatky	Název křižovatky	Počet nehod	Smrtelné poranění	Těžké poranění	Lehké poranění	Hm. škoda v tis. Kč	Závažnost nehody	Přednost	Rychlost	Předjíždění	Chodec	Bezpečná vzdál.	Jiná příčina
1	102	PLZEŇSKÁ - 28. ŘÍJNA	32		1	11	3382	119	11	1	4		11	5
2	413	RUDNÁ - BÍLOVECKÁ - RAMPY	29				750	25,8	1		2		9	17
3	224	RUDNÁ - VRATIMOVSKÁ	26		1	3	1847	78,3	9	2	2		10	3
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
34	422	OPAVSKÁ - PORUBSKÁ	10			4	381	50,1	2			2	2	4
35	445	FRANCOUZSKÁ - POLSKÁ	9			1	381	45,7	4			1	3	1
36	119	ČESKOBRATRSKÁ-NÁDRAŽNÍ	8				334	41,8	3				1	4
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
222	255	BOHUMÍNSKÁ - SZ RAMPY	1				60	60						1
223	165	MLÝNSKÁ - PŘÍVOZSKÁ	1				40	40	1					
		<b>Celkem</b>	<b>998</b>	<b>1</b>	<b>11</b>	<b>134</b>	<b>59729</b>	<b>65,5</b>	<b>384</b>	<b>59</b>	<b>34</b>	<b>20</b>	<b>244</b>	<b>257</b>

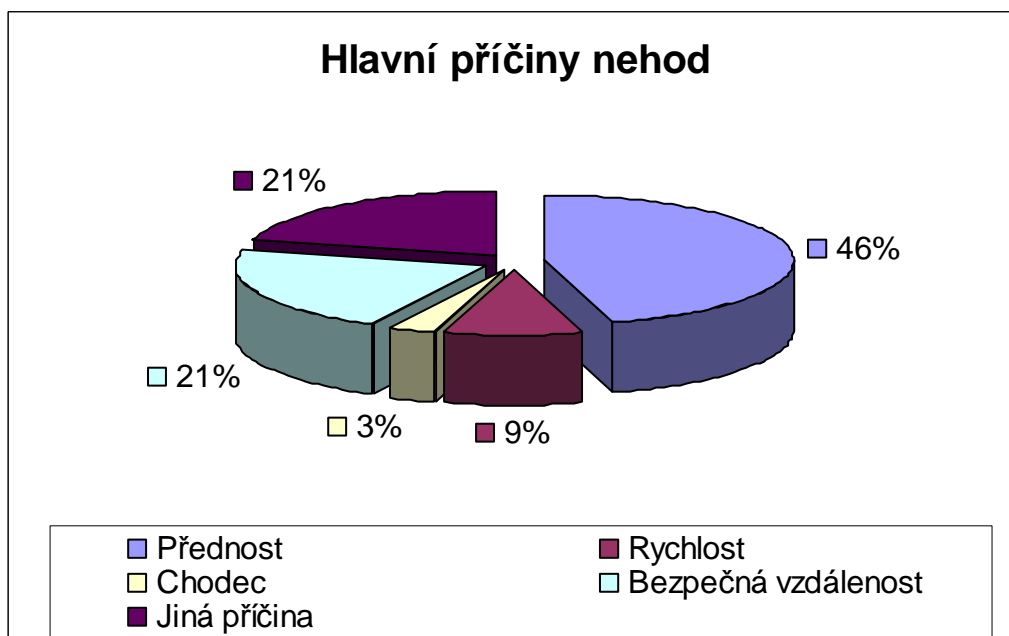
## 2.2 Dopravní nehodovost křižovatky Francouzská - Polská

Na křižovatce Francouzská - Polská se stalo za rok 2007 celkem 9 dopravních nehod. Tato křižovatka se v počtu nehod umístila na 35. místě.

Za posledních 8 let se na dané křižovatce s označením 445 stalo 35 dopravních nehod – viz příloha č. 3 a 5. Co se týče následků nehod, jedná se zejména o hmotné škody v celkové částce 364 000 Kč – viz příloha č. 4. Hlavní příčinou nehod je z 46 % nedání přednosti v jízdě. Další příčiny tvoří nedodržení bezpečné vzdálenosti mezi automobily (21 %), jiná příčina (21 %), rychlost a kolize s chodcem (9 % a 3%) – viz příloha č. 3.

Tab.č. 2.2 Statistika nehodovosti na křižovatce Francouzská - Polská [6]

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	Σ
<b>Lehká poranění [počet nehod]</b>	0	0	0	0	0	1	0	1	<b>2</b>
<b>Přednost [počet nehod]</b>	1	0	1	2	2	3	2	4	<b>15</b>
<b>Rychlost [počet nehod]</b>	0	1	0	2	0	0	0	0	<b>3</b>
<b>Chodec [počet nehod]</b>	0	0	0	0	0	0	0	1	<b>1</b>
<b>Bezpečná vzdál. [počet nehod]</b>	0	0	0	1	1	0	2	3	<b>7</b>
<b>Jiná příčina [počet nehod]</b>	0	1	0	2	1	1	1	1	<b>7</b>
<b>Hm. škoda [tis. Kč]</b>	25	38	45	255	0,23	0,1	0,15	0,38	<b>364</b>



Obr. č. 2.1 Hlavní příčiny nehod na křižovatce Francouzská– Polská

## 2.2.1 Konfliktní situace křižovatky Francouzská - Polská

### Konfliktní situace

Pod pojmem konfliktní situace rozumíme takový okamžik a situace v silničním provozu, kdy vzniká pro některé účastníky větší než obvyklá míra nebezpečí [4].

Na křižovatce Francouzská - Polská je příčinou dopravních nehod zejména nedodržení přednosti v jízdě. Další významnou příčinou může být špatný výhled z ulice Polské při odbočování na ulici Francouzskou dále ve směru na Nad Porubkou. Stopčára je zapuštěna do ulice Polské zhruba o 5 m a účastníci silničního provozu jsou nuceni najíždět do křižovatky až za tuto čáru, kde se ocitají v kolizní situaci s účastníky, kteří jedou ze směru od ulice Opavské, dále ve směru Francouzská (odbočení vlevo) - Polská. Špatný výhled z této ulice zapříčiňují i stromy, které jsou vysazeny na rohu křižovatky a způsobují špatný výhled z této ulice. V neposlední řadě mají tito účastníci omezený výhled, jestliže se začne tvořit fronta automobilů na ulici Polské při odbočení vlevo na ulici Francouzské – viz obr. č. 2.2 a 2.3.



*Obr. č. 2.2 Špatný výhled z ulice Polské a půdorysný pohled na křižovatku*



*Obr. č. 2.3 Špatný výhled z ulice Polské*

Dlouhé čekací fronty účastníků silničního provozu zapříčiňuje velká dopravní intenzita na ulici Francouzské při odbočování na ulici Polskou – viz obr. č. 2.4, dále na ulici Polské při odbočování na ulici Francouzskou v obou směrech (tzn. ve směru na Nad Porubkou a ve směru na ulici Opavskou).



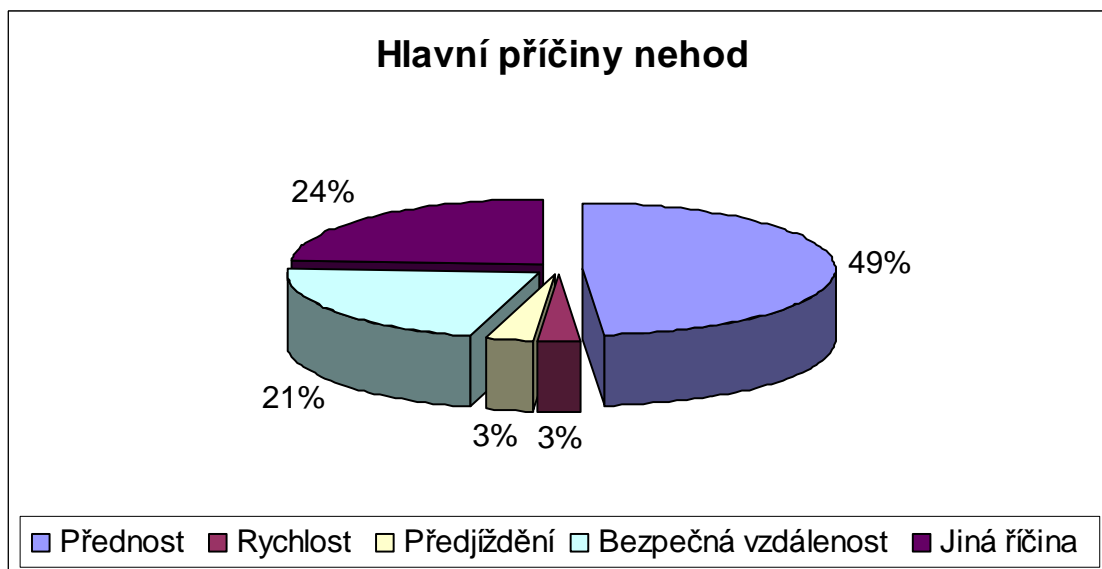
*Obr. č. 2.4 Dlouhá čekací fronta silničních účastníků na ulici Polské*

## 2.3 Dopravní nehodovost křižovatky Hlavní třída - Francouzská

Za posledních 8 let došlo k celkem 33 dopravním nehodám. Jejich důsledkem byly především hmotné škody na vozidlech, smrtelné a těžké poranění zatím nebylo evidováno. Hmotné škody byly vyčísleny na částku 1 175 000 Kč. Ve čtyřech případech došlo k lehkým poraněním cestujících. Ze 49 % je hlavní příčinou dopravních nehod nedání přednosti v jízdě, 24 % tvoří jiná příčina dopravních nehod, v 21 % případů je dopravní nehoda způsobena nedodržením bezpečné vzdálenosti mezi vozidly a ostatní příčiny tvoří špatné předjíždění a rychlost (v součtu 6 %).

Tab.č.2.3 Statistika nehodovosti na křižovatce Hlavní třída - Polská [6]

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	Σ
<b>Přednost [počet nehod]</b>	2	1	4	2	1	3	1	1	1	<b>16</b>
<b>Rychlost [počet nehod]</b>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	<b>1</b>
<b>Bezpečná vzdál. [počet nehod]</b>	0	0	0	1	2	3	0	0	0	<b>6</b>
<b>Jiná příčina [počet nehod]</b>	0	1	1	1	1	2	0	1	0	<b>7</b>
<b>Hm. škoda [tis. Kč]</b>	53	47	148	175	72	379	135	150	16	<b>1175</b>



Obr. č. 2.5 Hlavní příčiny dopravních nehod na křižovatce

Hlavní třída – Francouzská

## **3 Návrh stavebně-technických úprav dané křižovatky**

### **3.1 Návrh okružní křižovatky**

Okružní křižovatka je jednou variantou pro zmenšení dopravní nehodovosti, čekací doby a zvětšení přehlednosti na křižovatce Francouzská - Polská. Navržená okružní křižovatka je čtyřramenná s jedním jízdním pruhem.

#### **3.1.1 Základní pojmy a definice**

##### **Okružní křižovatka**

Okružní křižovatka je takový druh úrovněvé křižovatky, která má okružní jízdní pás ve tvaru mezikruží nebo ve tvaru jemu blízkém, na níž je silniční provoz veden jednosměrným objezdem kolem středového ostrova proti směru hodinových ručiček od vjezdu ke zvolenému výjezdu [7].

Okružní křižovatka je ta, jejíž vnější průměr  $D > 23$  m a jeho rozměr je závislý na počtu připojených větví křižujících komunikací, které jsou napojeny na okružní jízdní pás a na způsobu připojení vjezdů (stykové připojení, připojovací pruh) i na místních možnostech připojení komunikací na okružní jízdní pás [7].

Miniokružní křižovatka je ta, jejíž vnější průměr  $D \leq 23$  m, vždy se zpevněným středovým ostrovem. Má podobnou charakteristiku jako okružní křižovatka, kde větší vozidla nemohou projet po okružním jízdním pásu. Průjezd větších vozidel je ojedinelé možný, ale tak, že miniokružní křižovatkou projedou jako průsečnou křižovatkou, tj. přes zpevněný středový ostrov. Takto projíždějící vozidlo musí dát přednost v jízdě všem vozidlům, které miniokružní křižovatkou projíždějí nebo do ní vjíždějí [7].

##### **Středový ostrov**

Středový ostrov je kruhová nebo kruhu blízká fyzická nebo optická překážka sloužící k usměrnění pohybu vozidel po okružním jízdním pásu křižovatky proti směru hodinových ručiček [7].



## **Prstenec**

Prstenec je zpevněná část vnějšího okraje středového ostrova u okružní křižovatky o vnějším průměru  $D < 50$  m. Prstenec se navrhuje tak, aby mohl být ojediněle projížděn zejména rozměrnými vozidly [7].

## **Vjezd**

Vjezdem rozumíme jízdní pruh nebo pás křižující komunikace, ze kterého se vjíždí na okružní jízdní pás křižovatky [7].

## **Výjezd**

Výjezdem rozumíme jízdní pruh nebo pás kroužící komunikace, kterým vozidla vyjíždějí z okružního jízdního pásu křižovatky [7].

## **Směrovací ostrůvek**

Směrovací ostrůvek je plocha ohraničena na všech stranách fyzicky nebo opticky vůči přilehlým jízdním pruhům, která odděluje a usměrňuje dopravní proud vozidel vyjíždějících na okružní pás do dopravního proudu vozidel z něj vyjíždějících [7].

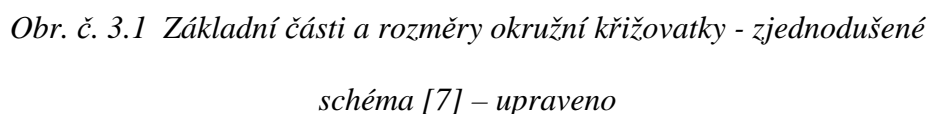
## **Vnější průměr**

Vnější průměr je průměr kružnice, kterou lze vepsat mezi vnější stavební ohraničení okružního jízdního pásu [7].

## **Vnitřní průměr**

Vnitřní průměr je průměr středového ostrova [7].





- za účelem snížení závažnosti dopravních nehod,
- je-li třeba tvarem křižovatky zdůraznit konec komunikace s vyšší povolenou rychlostí, popř. změnu dopravního režimu nebo funkce komunikace (např. vjezd do obce apod.),
- je-li úhel křížení komunikací menší než připouští ČSN 736102 [8].

- bezpečný vjezd na okružní jízdní pás,
- jednosměrný pohyb vozidel na okružním jízdním pásu křižovatky kolem středového ostrova,
- bezpečný výjezd z okružního jízdního pásu,

- dostatečný rozhled na všech vjezdech i na okružním jízdním pásu křižovatky pro zastavení i pro uskutečnění přejezdu vozidla do souběžného jízdního pruhu [8].

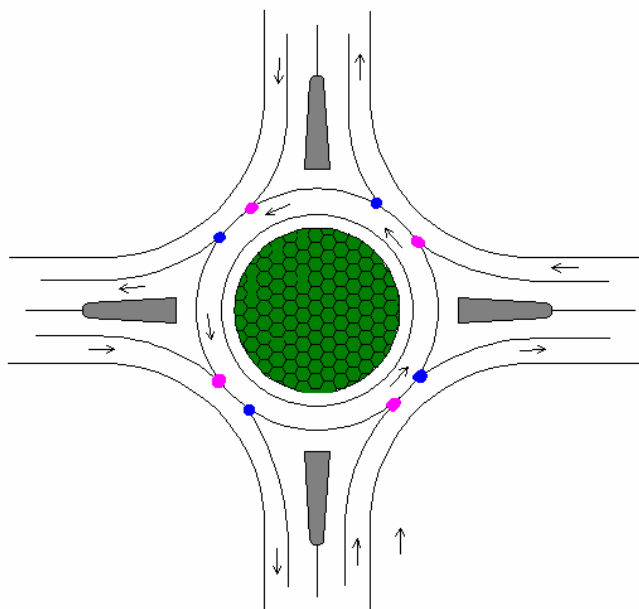
### 3.1.2 Kolizní body na okružní křižovatce

Co se týče druhů kolizních bodů na okružní křižovatce s jednopruhovým okružním jízdním pásem, najdeme zde pouze odbočné (vyznačeny na obr. č. 3.2 modrou barvou) a přípojné body (vyznačeny na obr. č. 3.2 fialovou barvou). Počet těchto bodů je dán počtem jízdních pruhů, které vstupují na okružní jízdni pás a počtem jízdních pruhů na okružním páse.

Na okružní křižovatce se čtyřmi rameny s jedním vjezdovým a výjezdovým pruhem a jedním okružním jízdním pruhem najdeme vždy 4 x odbočovací a 4 x přípojné kolizní body.

Celkem je těchto bodů 8.

U průsečné křižovatky je tento počet kolizních bodů mnohonásobně vyšší – viz kapitola 3.2.2 Kolizní body na průsečné křižovatce.



Obr. č. 3.2 Kolizní body na okružní křižovatce [4] - upraveno

### 3.1.3 Kapacita vjezdu podle metody Brilona a Stuweho

Tab. č. 3.1 Tabulka dopravní intenzity

j.v./h	do A	do B	do C	do D	Σ
<b>z A</b>	-	4	320,5	263	<b>587,5</b>
<b>z B</b>	4	-	3	0	<b>7</b>
<b>z C</b>	389	2	-	131,5	<b>522,5</b>
<b>z D</b>	321	0	98	-	<b>419</b>
<b>Σ</b>	<b>714</b>	<b>6</b>	<b>421,5</b>	<b>394,5</b>	<b>1536</b>

Hodnoty dopravních intenzit v tab. č. 3.1 jsou největší naměřenou hodnotou z dopravních průzkumů (ranního a odpoledního), je vždy vybrána nejvyšší hodnota dopravní intenzity – viz příloha č. 6 a č. 7.

Okružní křižovatku volím s jedním pruhem na okružním páse. Jeden jízdní pruh volím na vjezdu do okružní křižovatky. Podle tabulky č. 3.2 volím koeficienty  $A=1089$ ,  $B=7,42$ .

Tab. č. 3.2 Koeficienty  $A$ ,  $B$  pro výpočet kapacity vjezdu na okružní křižovatce podle Brilona a Stuweho[4]

Počet pruhů		A	B
Vjezd	Okruh		
1	1	1089	7,42
1		1200	7,38
2	2	1553	6,69
2	3	2018	6,68

#### Směr A - ulice Francouzská

Podle [4]  $M_A = DC + CB [j.v./h]$ , kde: (3.1)

$M_A [j.v./h]$  ... intenzita vozidel na okružním páse těsně před vjezdem ramene A,

$DC [j.v./h]$  ... intenzita vozidel jedoucích z ramene D do ramene C.

$$M_A = DC + CB = 82 + 2 = 100 j.v./h$$

Podle [4]  $C_A = A \cdot e^{\left(\frac{-B \cdot M_A}{1000}\right)} [j.v./h]$ , kde: (3.2)

$C_A [j.v./h]$  ... kapacita dopravního proudu na rameni A,

A,B ... koeficienty okružní křižovatky – viz tab. č. 3.2.

$$C_A = A \cdot e^{\left(\frac{-B \cdot M_A}{1000}\right)} = 1089 \cdot e^{\left(\frac{-7,42 \cdot 100}{10\,000}\right)} = 1011 \text{ j.v./h}$$

### Stanovení rezervy pro rameno A

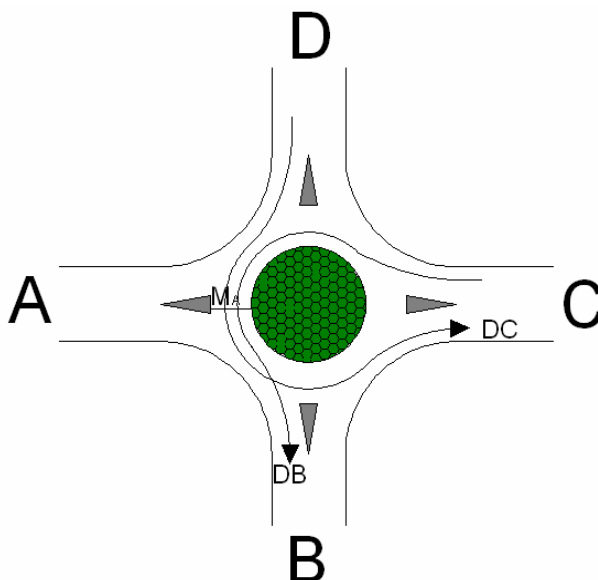
Podle [4]  $R_A = C_A - I_A$  [j.v./h], kde: (3.3)

$I_A$ [j.v./h] ... intenzita vozidel jedoucích ze směru A

$$R_A = C_A - I_A = 1011 - 587,5 = 423,5 \text{ j.v./h}$$

### Rezerva vyjádřena v procentech

$$\text{Podle [4]} R_A [\%] = \frac{R_A}{C_A} \cdot 100 = \frac{423,5}{1011} \cdot 100 = 41,89\% \quad (3.4)$$



Obr. č. 3.3 Schéma výpočtu pro rameno A

### Směr B - ulice Ze Sídliště

#### Intenzita vozidel na okružním páse těsně před vjezdem ramene B

$$M_B = AD + DC + AC = 263 + 98 + 320,5 = 681,5 \text{ j.v./h} \quad (3.1)$$

#### Kapacita dopravního proudu na rameni B

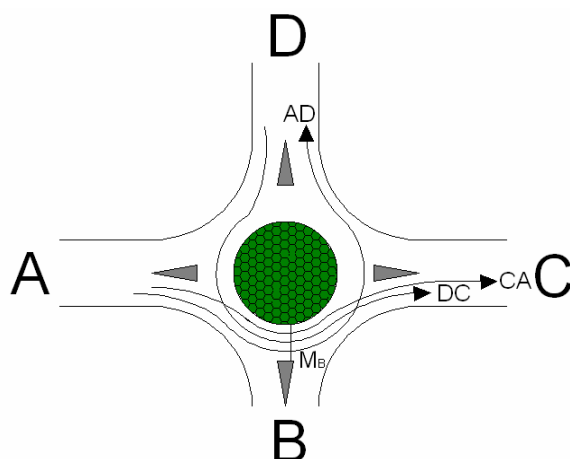
$$C_B = A \cdot e^{\left(\frac{-B \cdot M_B}{1000}\right)} = 1089 \cdot e^{\left(\frac{-7,42 \cdot 681,5}{10\,000}\right)} = 657 \text{ j.v./h} \quad (3.2)$$

### Stanovení rezervy pro rameno B

$$R_B = C_B - I_B = 657 - 7 = 650 \text{ j.v./h} \quad (3.3)$$

### Rezerva vyjádřena v procentech

$$R_B [\%] = \frac{R_B}{C_B} \cdot 100 = \frac{650}{657} \cdot 100 = 98,93\% \quad (3.4)$$



Obr. č. 3.4 Schéma výpočtu pro rameno B

### Směr C - ulice Francouzská

#### Intenzita vozidel na okružním páse těsně před vjezdem ramene C

$$M_C = AD + BA = 263 + 4 = 267 \text{ j.v./h} \quad (3.1)$$

#### Kapacita dopravního proudu na rameni C

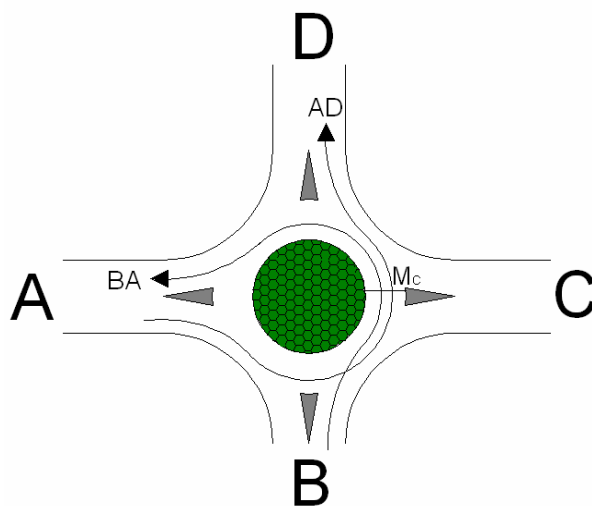
$$C_C = A \cdot e^{\left(\frac{-B \cdot M_C}{1000}\right)} = 1089 \cdot e^{\left(\frac{-7,42 \cdot 267}{10\,000}\right)} = 893 \text{ j.v./h} \quad (3.2)$$

### Stanovení rezervy pro rameno C

$$R_C = C_C - I_C = 893 - 522,5 = 370,5 \text{ j.v./h} \quad (3.3)$$

### Rezerva vyjádřena v procentech

$$R_C [\%] = \frac{R_C}{C_C} \cdot 100 = \frac{370,5}{893} \cdot 100 = 41,49\% \quad (3.4)$$



Obr. č. 3.5 Schéma výpočtu pro rameno C

### Směr D - ulice Polská

**Intenzita vozidel na okružním páse těsně před vjezdem ramene D**

$$M_D = CA + BA + CB = 389 + 4 + 2 = 395 \text{ j.v./h} \quad (3.1)$$

**Kapacita dopravního proudu na rameni D**

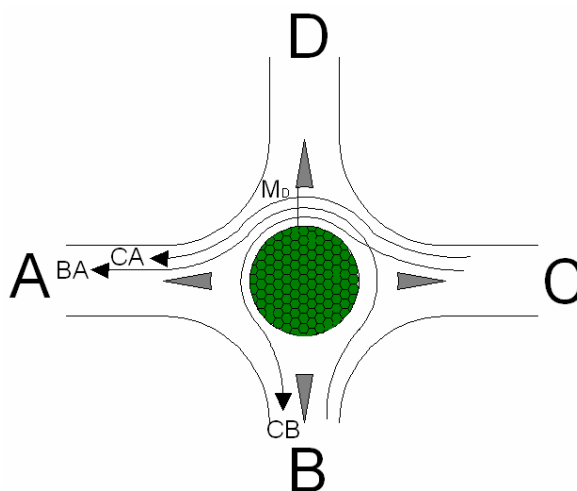
$$C_D = A \cdot e^{\left(\frac{-B \cdot M_D}{1000}\right)} = 1089 \cdot e^{\left(\frac{-7,42 \cdot 395}{10\,000}\right)} = 812,5 \text{ j.v./h} \quad (3.2)$$

**Stanovení rezervy pro rameno D**

$$R_D = C_D - I_D = 812,5 - 419 = 393,5 \text{ j.v./h} \quad (3.3)$$

**Rezerva vyjádřena v procentech**

$$R_D [\%] = \frac{R_D}{C_D} \cdot 100 = \frac{393,5}{812,5} \cdot 100 = 48,43\% \quad (3.4)$$



Obr. č. 3.6 Schéma výpočtu pro rameno D

### 3.1.4 Kapacita vjezdu podle metody EPFL

Pomocí metody EPFL (Ecole Polytechniques Fédérale de Lausanne) je maximální hodnota kapacity jednoho vjezdu určena za předpokladu známých hodnot zatížení vjezdu a výjezdu [7].

#### Směr A - ulice Francouzská

Podle [8]  $Q_k = M_a = DC + CB [j.v./h]$ , kde: (3.5)

$Q_k [j.v./h]$  ... intenzita dopravního proudu na okružním páse mezi výjezdem a následujícím (posuzovaným) vjezdem, viz obr.č. 3.7,

$$Q_k = M_a = DC + CB = 98 + 2 = 100 j.v./h$$

Podle [8]  $Q_a = BA + CA + DA [j.v./h]$ , kde: (3.6)

$Q_a [j.v./h]$  ... intenzita dopravního proudu na výjezdu, viz obr. č. 3.7,

$$Q_a = BA + CA + DA = 4 + 389 + 321 = 714 j.v./h$$

Podle [8]  $Q_b = \beta \cdot Q_k + \alpha \cdot Q_a [j.v./h]$ , kde: (3.7)

$\beta[-]$  ... koeficient okružní křižovatky. Pro jednopruhovou okružní křižovatku  $\beta = 1$ ,

$\alpha[-]$  ... faktor zohledňující geometrické poměry vjezdu boční křižovatky v závislosti na vzdálenosti  $b$  mezi dvěma kolizními body  $C$  a  $C'$ , viz obr. č. 3.8. a dále příloha č. 13, kde:

$C [m]$  ... kolizní bod při výjezdu z okružní křižovatky, viz obr. č. 3.8,

$C' [m]$  ... kolizní bod přípojný na vjezdu do okružní křižovatky, viz obr. č. 3.8,

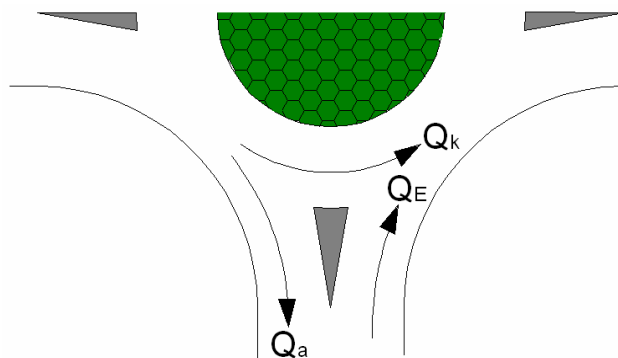
$b [m]$  ... vzdálenost mezi kolizními body  $C$  a  $C'$ , viz obr. č. 3.8.

Podle [8]  $L_e = 1500 - \frac{8}{9} \cdot Q_b [j.v./h]$ , kde: (3.8)

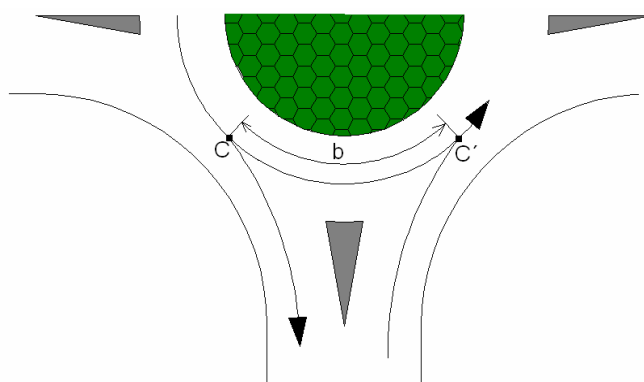
$L_e [j.v./h]$  ... maximální hodnota kapacity vjezdu A - ulice Francouzská

$$L_e = 1500 - \frac{8}{9} \cdot Q_b = 1500 - \frac{8}{9} \cdot 385,5$$

$$L_e = 1157,5 \text{ j.v./h}$$



Obr. č. 3.7 Znáznornění výpočtu okružní křižovatky podle metody EPFL [4]- upraveno



Obr. č. 3.8 Vzdálenost mezi kolizními body \$C\$ a \$C'\$ [4]- upraveno

Podle [8]  $R_A = L_e - Q_E [j.v./h]$ , kde: (3.9)

$R_A [j.v./h]$  ... kapacitní rezerva pro rameno A - ulici Francouzskou,

$Q_E = I_A [j.v./h]$  ... intenzita vozidel jedoucích ze směru A.

$$Q_E = I_A = 587,5 \text{ j.v./h}$$

$$R_A = L_e - Q_E = 1157,5 - 587,5$$

$$R_A = 570 \text{ j.v./h}$$

Podle [8]  $R_A [\%] = \frac{R_A}{L_e} \cdot 100$ , kde: (3.10)

$R_A [\%]$  ... kapacitní rezerva pro rameno A - ulici Francouzskou vyjádřena v procentech.



$$R_A [\%] = \frac{R_A}{L_e} \cdot 100 = \frac{570}{1157,5} \cdot 100 = 49,25\%$$

Podle [8] Určení střední čekací doby, viz příloha č. 12.

Podle kapacitní rezervy je určena střední čekací doba. V našem případě je kapacitní rezerva  $R_A = 570 \text{ j.v./h}$ , to odpovídá střední čekací době  $t_{wa} = 5 \text{ s}$ .

$$\text{Podle [8]} \quad l = \frac{Q_E \cdot t_{wa}}{3600} \cdot l_{voz} [m], \text{ kde:} \quad (3.11)$$

$l [m]$ ... délka čekací fronty na vjezdu do okružní křižovatky u ramene A,

$l_{voz} [m]$ ... délka vozidla,  $l_{voz} = 6 \text{ m}$

$$l = \frac{Q_E \cdot t_{wa}}{3600} \cdot l_{voz} = \frac{587,5 \cdot 5}{3600} \cdot 6 = 4,9 \text{ m}$$

$$\text{Podle [8]} \quad ALG_e = \frac{Q_E}{L_e} \cdot 100 [\%], \text{ kde:} \quad (3.12)$$

$ALG_e [\%]$ ... stupeň vytížení

$$ALG_e = \frac{Q_E}{L_e} \cdot 100 = \frac{587,5}{1158} \cdot 100 = 50,7\%$$

### **Směr B - ulice Ze Sídliště**

$$Q_k = M_b = AD + DC + AC = 263 + 98 + 320,5 = 681,5 \text{ j.v./h} \quad (3.5)$$

$$Q_a = AB + CB + DB = 4 + 2 + 0 = 6 \text{ j.v./h} \quad (3.6)$$

$$\alpha = 0,5$$

$$Q_b = \beta \cdot Q_k + \alpha \cdot Q_a = 1 \cdot 681,5 + 0,5 \cdot 6$$

$$Q_b = 684,5 \text{ j.v./h} \quad (3.7)$$

$$L_e = 1500 - \frac{8}{9} \cdot Q_b = 1500 - \frac{8}{9} \cdot 684,5$$

$$L_e = 891,5 \text{ j.v./h} \quad (3.8)$$

### Stanovení kapacitní rezervy pro rameno B

$$Q_E = I_A = 7 \text{ j.v./h}$$

$$\begin{aligned} R_B &= L_e - Q_E = 891,5 - 7 \\ R_B &= 884,5 \text{ j.v./h} \end{aligned} \quad (3.9)$$

### Vyjádření rezervy v procentech

$$\begin{aligned} R_B [\%] &= \frac{R_B}{L_e} \cdot 100 = \frac{884,5}{891,5} \cdot 100 \\ R_B [\%] &= 99,21\% \end{aligned} \quad (3.10)$$

### Určení střední čekací doby

Podle kapacitní rezervy je určena střední čekací doba. V našem případě je kapacitní rezerva  $R_B = 884,5 \text{ j.v./h}$ , to odpovídá střední čekací době  $t_{wa} = 1 \text{ s}$ .

### Délka čekací fronty

$$\begin{aligned} l &= \frac{Q_E \cdot t_{wa}}{3600} \cdot l_{voz} = \frac{7 \cdot 1}{3600} \cdot 6 \\ l &= 0,01 \text{ m} \end{aligned} \quad (3.11)$$

### Stupeň vytížení

$$\begin{aligned} ALG_e &= \frac{Q_E}{L_e} \cdot 100 = \frac{7}{891,5} \cdot 100 \\ ALG_e &= 0,78\% \end{aligned} \quad (3.12)$$

### Směr C - ulice Francouzská

$$Q_k = M_c = AD + BA + = 263 + 4 = 267 \text{ j.v./h} \quad (3.5)$$

$$Q_a = AC + BC + DC = 320,5 + 3 + 98 = 421,5 \text{ j.v./h} \quad (3.6)$$

$$\alpha = 0,35$$

$$\begin{aligned} Q_b &= \beta \cdot Q_k + \alpha \cdot Q_a = 1 \cdot 267 + 0,35 \cdot 421,5 \\ Q_b &= 414,5 \text{ j.v./h} \end{aligned} \quad (3.7)$$

$$\begin{aligned} L_e &= 1500 - \frac{8}{9} \cdot Q_b = 1500 - \frac{8}{9} \cdot 414,5 \\ L_e &= 1131,5 \text{ j.v./h} \end{aligned} \quad (3.8)$$

### Stanovení kapacitní rezervy pro rameno C

$$Q_E = I_C = 522,5 \text{ j.v./h}$$

$$\begin{aligned} R_C &= L_e - Q_E = 1131,5 - 522,5 \\ R_C &= 609 \text{ j.v./h} \end{aligned} \quad (3.9)$$

### Vyjádření rezervy v procentech

$$\begin{aligned} R_C [\%] &= \frac{R_C}{L_e} \cdot 100 = \frac{609}{1131,5} \cdot 100 \\ R_C [\%] &= 53,82\% \end{aligned} \quad (3.10)$$

### Určení střední čekací doby

Podle kapacitní rezervy je určena střední čekací doba. V našem případě je kapacitní rezerva  $R_C = 609 \text{ j.v./h}$ , to odpovídá střední čekací době  $t_{wa} = 5 \text{ s}$ .

### Délka čekací fronty

$$\begin{aligned} l &= \frac{Q_E \cdot t_{wa}}{3600} \cdot l_{voz} = \frac{522,5 \cdot 5}{3600} \cdot 6 \\ l &= 4,35 \text{ m} \end{aligned} \quad (3.11)$$

### Stupeň vytížení

$$\begin{aligned} ALG_e &= \frac{Q_E}{L_e} \cdot 100 = \frac{522,5}{1131,5} \cdot 100 \\ ALG_e &= 46,18\% \end{aligned} \quad (3.12)$$

### Směr D - ulice Polská

$$Q_k = M_D = CA + BA + CB = 389 + 4 + 2 = 395 \text{ j.v./h} \quad (3.5)$$

$$Q_a = AD + BD + CD = 263 + 0 + 131,5 = 394,5 \text{ j.v./h} \quad (3.6)$$

$$\alpha = 0,4$$

$$\begin{aligned} Q_b &= \beta \cdot Q_k + \alpha \cdot Q_a = 1 \cdot 395 + 0,4 \cdot 394,5 \\ Q_b &= 552,5 \text{ j.v./h} \end{aligned} \quad (3.7)$$

$$\begin{aligned} L_e &= 1500 - \frac{8}{9} \cdot Q_b = 1500 - \frac{8}{9} \cdot 552,5 \\ L_e &= 1008,5 \text{ j.v./h} \end{aligned} \quad (3.8)$$

### Stanovení kapacitní rezervy pro rameno D

$$Q_E = I_D = 419 \text{ j.v./h}$$

$$\begin{aligned} R_D &= L_e - Q_E = 1008,5 - 419 \\ R_D &= 589,5 \text{ j.v./h} \end{aligned} \quad (3.9)$$

### Vyjádření rezervy v procentech

$$\begin{aligned} R_D [\%] &= \frac{R_D}{L_e} \cdot 100 = \frac{589,5}{1008,5} \cdot 100 \\ R_D [\%] &= 58,45\% \end{aligned} \quad (3.10)$$

### Určení střední čekací doby

Podle kapacitní rezervy je určena střední čekací doba. V našem případě je kapacitní rezerva  $R_D = 589,5 \text{ j.v./h}$ , to odpovídá střední čekací době  $t_{wa} = 5 \text{ s}$ .

### Délka čekací fronty

$$\begin{aligned} l &= \frac{Q_E \cdot t_{wa}}{3600} \cdot l_{voz} = \frac{419 \cdot 5}{3600} \cdot 6 \\ l &= 3,5 \text{ m} \end{aligned} \quad (3.11)$$

### Stupeň vytížení

$$\begin{aligned} ALG_e &= \frac{Q_E}{L_e} \cdot 100 = \frac{419}{1008,5} \cdot 100 \\ ALG_e &= 41,55\% \end{aligned} \quad (3.12)$$

## 3.1.5 Kapacita vjezdu podle VSS

Metoda VSS (Vereinigung Schweizerische Strassenfachleute) se omezuje na křižovatky malých rozměrů, navíc pouze s jednopruhovými vjezdy a okružním pásem [4].

### Směr A - ulice Francouzská

Podle [4]  $L_e = 1300 - 0,75 \cdot Q_k [j.v./h]$ , kde: (3.13)

$L_e [j.v./h]$  ... kapacita vjezdu ramene A – ulice Francouzské,

$Q_k [j.v./h]$  ... intenzita dopravního proudu na okružním páse mezi výjezdem a následujícím (posuzovaným) vjezdem  $Q_k = M_A$ , viz obr č. 3.7.

$$Q_k = M_A = DC + CB = 98 + 2 = 100 \text{ j.v./h}, \text{ potom:} \quad (3.14)$$

$$L_e = 1300 - 0,75 \cdot Q_k = 1300 - 0,75 \cdot 100$$

$$L_e = 1225 \text{ j.v./h}$$

$$\text{Podle [4]} \quad CW = \frac{2000 + 2 \cdot Q_k}{L_e - Q_E} [s], \text{ kde:} \quad (3.15)$$

$CW [s]$ ... průměrné zdržení na vjezdu,

$Q_E = I_A [j.v./hod.]$ ... intenzita vozidel jedoucích ze směru A.

$$CW = \frac{2000 + 2 \cdot Q_k}{L_e - Q_E} = \frac{2000 + 2 \cdot 100}{1225 - 587,5}$$

$$CW = 3,5s$$

$$\text{Podle [4]} \quad R_A = L_e - Q_E [j.v./h], \text{ kde:} \quad (3.16)$$

$R_A [j.v./h]$ ... kapacitní rezerva pro směr A - ulice Francouzská.

$$R_A = L_e - Q_E = 1225 - 587,5$$

$$R_A = 637,5 \text{ j.v./h}$$

Vyjádření rezervy v procentech

$$R_A [\%] = \frac{R_A}{L_e} \cdot 100 = \frac{637,5}{1225} \cdot 100 \quad (3.17)$$

$$R_A [\%] = 52,04\%$$

### **Směr B - ulice Ze Sídliště**

$$Q_k = M_B = AD + DC + AC = 263 + 98 + 320,5 = 681,5 \text{ j.v./h} \quad (3.14)$$

$$Q_E = I_B = 7 \text{ j.v./h}$$

$$L_e = 1300 - 0,75 \cdot Q_k = 1300 - 0,75 \cdot 681,5 \quad (3.13)$$

$$L_e = 788,5 \text{ j.v./h}$$

### **Průměrné zdržení na vjezd**

$$CW = \frac{2000 + 2 \cdot Q_k}{L_e - Q_E} = \frac{2000 + 2 \cdot 681,5}{788,5 - 7} \quad (3.15)$$

$$CW = 4,3s$$

### Stanovení kapacitní rezervy pro směr B

$$\begin{aligned}R_B &= L_e - Q_E = 788,5 - 7 \\ R_B &= 781,5 \text{ j.v.} / h\end{aligned}\tag{3.16}$$

### Vyjádření rezervy v procentech

$$\begin{aligned}R_B [\%] &= \frac{R_B}{L_e} \cdot 100 = \frac{781,5}{788,5} \cdot 100 \\ R_B [\%] &= 99,11 \%\end{aligned}\tag{3.17}$$

### Směr C - ulice Francouzská

$$Q_k = M_C = AD + BA = 263 + 4 = 267 \text{ j.v.} / h\tag{3.14}$$

$$Q_E = I_B = 521,5 \text{ j.v.} / h$$

$$\begin{aligned}L_e &= 1300 - 0,75 \cdot Q_k = 1300 - 0,75 \cdot 267 \\ L_e &= 1099,5 \text{ j.v.} / h\end{aligned}\tag{3.13}$$

### Průměrné zdržení na vjezd

$$\begin{aligned}CW &= \frac{2000 + 2 \cdot Q_k}{L_e - Q_E} = \frac{2000 + 2 \cdot 267}{1099,5 - 521,5} \\ CW &= 4,4s\end{aligned}\tag{3.15}$$

### Stanovení kapacitní rezervy pro směr C

$$\begin{aligned}R_C &= L_e - Q_E = 1099,5 - 521,5 \\ R_C &= 578 \text{ j.v.} / h\end{aligned}\tag{3.16}$$

### Vyjádření rezervy v procentech

$$\begin{aligned}R_C [\%] &= \frac{R_C}{L_e} \cdot 100 = \frac{578}{1099,5} \cdot 100 \\ R_C [\%] &= 52,57 \%\end{aligned}\tag{3.17}$$

### Směr D - ulice Polská

$$Q_k = M_D = CA + BA + CB = 389 + 4 + 2 = 395 \text{ j.v.} / h\tag{3.14}$$

$$Q_E = I_B = 419 \text{ j.v.} / h$$

$$\begin{aligned}L_e &= 1300 - 0,75 \cdot Q_k = 1300 - 0,75 \cdot 395 \\ L_e &= 1003,5 \text{ j.v.} / h\end{aligned}\tag{3.13}$$

### Průměrné zdržení na vjezd

$$CW = \frac{2000 + 2 \cdot Q_k}{L_e - Q_E} = \frac{2000 + 2 \cdot 395}{1003,5 - 419} \quad (3.15)$$
$$CW = 4,8s$$

### Stanovení kapacitní rezervy pro směr D

$$R_C = L_e - Q_E = 1003,5 - 419 \quad (3.16)$$
$$R_C = 584,5 \text{ j.v.} / h$$

### Vyjádření rezervy v procentech

$$R_C [\%] = \frac{R_C}{L_e} \cdot 100 = \frac{584,5}{1003,5} \cdot 100 \quad (3.17)$$
$$R_C [\%] = 58,25\%$$

## 3.1.6 Srovnání rezerv

Rezerva určuje, jaké zvýšení dopravního proudu je okružní křižovatka schopna pojmout, aniž by došlo k ucpání.

Rezervy jednotlivých vjezdů vyšly u všech metod podobně, jen u metody Brilona a Stuweho vyšly o něco menší. Největší rezerva je na vjezdu B, což je vjezd do okružní křižovatky Ze Sídliště. Z tohoto směru je nejmenší intenzita dopravního proudu. Nejmenší hodnota rezervy je z vjezdu A, jedná se vjezd do okružní křižovatky z ulice Polské. Další hodnoty rezerv jednotlivých vjezdů stanovuje tab. č. 3.3.

Tak.č. 3.3 Srovnání rezerv jednotlivých vjezdů okružní křižovatky

Vjezd	Brilon a Stuwe	EPFL	VSS
A	41,89%	49,25%	52,04%
B	98,93%	99,21%	99,11%
C	41,49%	53,82%	52,57%
D	48,43%	58,45%	58,25%

### 3.2 Návrh světelného signalizačního zařízení

Světelné signalizační zařízení je další druh zařízení ke snížení dopravní nehodovosti, ke zvětšení bezpečnosti, k zajištění rovnoměrné čekací doby na křižovatce Francouzská - Polská.

Kritéria pro navrhování SSZ jsou:

- množství nehod a bezpečnosti,
- bezpečnost chodců,
- podmínky viditelnosti na příjezdech ke křižovatce,
- intenzita provozu v hlavním a vedlejším směru,
- řízení provozu na okolní komunikační síti,
- ochrana komunikační sítě před přetížením,
- zohlednění životního prostředí,
- zvláštní (policie, hasiči...) [ 9].

Podstatou řízení křižovatky je poskytovat střídavě volno všem dopravním proudům tak, aby se nesrazily.

Řízení provozu na křižovatce pomocí světelného signalizačního zařízení lze rozdělit na:

- pevné (statické) řízení:
  - neměnná délka cyklu, pevná délka zelených signálů, pevný sled fází,
- dynamické zařízení:
  - s proměnlivou délkou zelených signálů, cyklu nebo i sledu fází,
  - přizpůsobování okamžitým požadavkům dopravy - buď pružnou volbou programu (on-line), nebo výběrem vhodného časového programu, nebo úpravou signálního programu,
  - podmínkou je detekce vozidel [9].



### 3.2.1 Základní pojmy a definice

#### Fáze

Fází rozumíme časový interval, ve kterém mají současně volno určité, zpravidla vzájemně nekolizní dopravní pohyby na křižovatce [9].

#### Fázové schéma

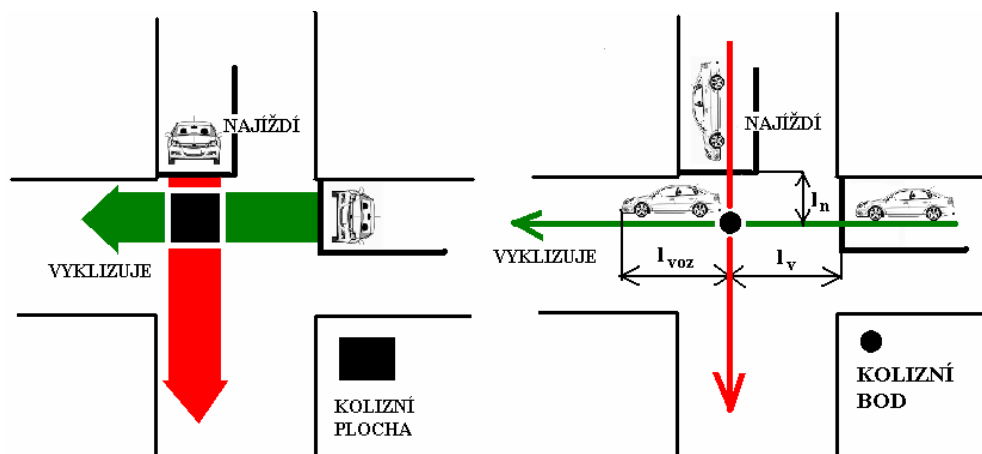
Fázové schéma je přiřazení dopravních pohybů jednotlivým fázím a nejvýhodnější pořadí fází [9].

#### Kolizní dopravní pohyby

Kolizní dopravní pohyby jsou vzájemné pohyby vozidel, které se kříží nebo připojují. Místům, kde se tak děje, říkáme kolizní plochy nebo body (obr. 3.9) [9].

#### Kolizní body

Kolizní body jsou průsečíky trajektorií možných vozidlových proudů (obr č. 3.10) [9].



Obr. č. 3.9 Znáznornění kolizní plochy a kolizního bodu [7]- upraveno

#### Mezičas

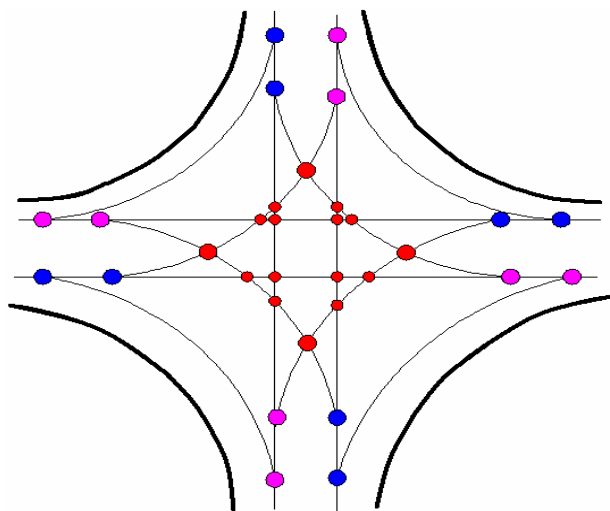
Mezičas je časový interval od konce zelené na návěstidle pro jeden směr po začátek doby zelené na návěstidle pro kolizní směr [9].

### 3.2.2 Kolizní body na průsečné křižovatce

Při řízení silničního provozu pomocí svislých dopravních značek (tento jev může nastat při neprovozním režimu světelného signalizačního zařízení) je počet kolizních bodů mnohokrát větší než na okružní křižovatce. Celkový počet křížných kolizních bodů je 16 a jsou znázorněny červenou barvou, přípojných kolizních bodů je 8 a jsou znázorněny fialovou barvou. V poslední řadě je 8 odbočných kolizních bodů znázorněných modrou barvou. Celkem těchto kolizních bodů je 32.

Křížné kolizní body jsou závažnější oproti přípojným nebo odbočným kolizním bodům.

Na obrázku č. 3.10 jsou znázorněny kolizní body na průsečné křižovatce.



Obr. č. 3.10 Kolizní body na průsečné křižovatce [4] – upraveno

### 3.3 Výpočet řízené křižovatky

#### Určení mezičasu mezi jednotlivými intervaly [9]

$$t_m = t_v - t_n + t_b [s], \text{ kde:} \quad (3.16)$$

$t_m [s]$ ... mezičas; časový interval od konce zelené na návěstidle pro jeden směr po začátek doby zelené na návěstidle pro kolizní směr,

$t_v [s]$ ... vyklizovací doba, kterou potřebuje vozidlo na projetí od stopčáry ke konci kolizní plochy (bodu), resp. kterou potřebuje chodec k chůzi od vstupu do vozovky za návěstidlem na konec kolizní plochy,

$t_n [s]$ ... najíždějící doba, kterou potřebuje první vozidlo následující fáze zelené k projetí vzdálenosti od stopčáry ke koliznímu bodu,

$t_b [s]$ ... bezpečnostní doba; doba, v průběhu které mohou vjet vozidla do křižovatky, která nemohou již bezpečně zastavit v době žluté před křižovatkou.

#### Určení vyklizovací doby [9]

$$t_v = \frac{L_v + l_{voz}}{v_v} [s], \text{ kde:} \quad (3.17)$$

$L_v [m]$ ... vyklizovací dráha; vzdálenost od stopčáry vyklizujícího směru po kolizní bod (resp. začátek kolizní plochy),

$l_{voz} [m]$ ... délka vozidla,

$v_v [m \cdot s^{-1}]$ ... rychlost vyklízejícího vozidla nebo chodce.

#### Určení najíždějící doby [9]

$$t_n = \frac{L_n}{v_n} [s], \text{ kde:} \quad (3.18)$$

$L_n [m]$ ... najíždějící dráha; vzdálenost od stopčáry vyklizujícího směru po kolizní bod (resp. začátek kolizní plochy),

$v_n [m \cdot s^{-1}] \dots$  najíždějící rychlost; rychlost najíždějícího vozidla nebo vstupujícího chodce.

### 3.3.1 Výpočet najíždějících směrů

#### Vzorový výpočet pro najíždějící směr A1 a vyklízející směr B1

Podle pořadí fázi je určeno, který směr najíždí a který vyklízí – viz příloha č.11.

V první fázi vjíždějí do křižovatky směry A1, A2 a D2. Směry, které vyklízí křižovatku, jsou všechny ostatní, které nejsou zahrnuty do první fáze.

#### Určení mezičasu mezi jednotlivými intervaly

$$t_m = t_v - t_n + t_b = 2,3 - 2,4 + 2 = 1,9s, \text{ kde:} \quad (3.19)$$

$t_v [s] \dots$  vyklizovací doba, určena následně,

$t_n [s] \dots$  najíždějící doba, určena následně,

$t_b [s] \dots$  bezpečnostní doba,  $t_b = 2s$ , viz příloha č. 14.

Skutečný mezičas mezi jednotlivými intervaly  $t_{mskut} [s]$  je zaokrouhlená hodnota  $t_m [s]$ . Vyjde-li  $t_m \leq 0s$ , potom  $t_{mskut} = 0s$ .

#### Určení vyklizovací doby

$$t_v = \frac{L_v + l_{voz}}{v_v} = \frac{11,6 + 5}{7} = 2,3s, \text{ kde:} \quad (3.20)$$

$L_v [m] \dots$  vyklizovací dráha silničního vozidla směru B1  $L_v = 11,6m$  určena ze situačního plánu, viz obr. č. 3.9,

$l_{voz} [m] \dots$  délka vyklízejícího silničního vozidla směru B1  $l_{voz} = 5m$ ,

$v_v [m \cdot s^{-1}] \dots$  rychlost vyklízejícího silničního vozidla ze směru B1  $v_v = 7m \cdot s^{-1}$ , viz příloha č. 14.

### Určení najíždějící doby

$$t_n = \frac{L_n}{v_n} = \frac{16,7}{7} = 2,4s, \text{ kde:} \quad (3.21)$$

$L_n [m]$ ... najíždějící dráha silničního vozidla ve směru A1 určena ze situačního plánu  $L_n = 16,7m$ , viz obr. č. 3.9,

$v_n [m \cdot s^{-1}]$ ... najíždějící rychlost silničního vozidla ze směru A1  $v_n = 7m \cdot s^{-1}$ , viz příloha č. 14.

Tento postup byl vzorově aplikován na najíždějící směr A1 a vyklizovací směr B1, pro zbývající vyklizovací směry a přechody pro chodce (C1, D1, P1, P2, P3), viz tabulka č. 3.4.

*Tak. č. 3.4 Tabulka najížděcího směru A1*

Najíždí	vyklizuje					
A1	B1	C1	D1	P1	P2	P3
$L_v [m]$	11,6	37,1	38,9	10,3	6,3	10,3
$l_n [m]$	16,7	20,6	19,3	0,5	22,3	51,7
$V_v [m/s]$	7,0	7,0	7,0	1,4	1,4	1,4
$V_n [m/s]$	7,0	9,7	9,7	9,7	7,0	9,7
$l_{voz} [m]$	5,0	5,0	5,0	0,0	0,0	0,0
$t_v [s]$	2,3	6,0	6,3	7,4	4,5	7,4
$t_n [s]$	2,4	2,1	2,0	0,1	3,2	5,3
$t_b [s]$	2,0	2,0	2,0	0,0	0,0	0,0
$t_m [s]$	1,9	5,9	6,3	7,3	1,3	2,1
$t_{skut} [s]$	2,0	6,0	7,0	8,0	2,0	3,0

Tento postup výpočtu byl použit u všech ostatních najížděcích směrů, viz příloha č. 16, č. 17, č. 18 a č. 19.

### Mezičasy pro jednotlivé kombinace fází [9]

Bylo zvoleno čtyřfázové schéma. První dvě fáze jsou pro ty směry, které mají vyšší intenzitu vozidel. Třetí a čtvrtá fáze je pro směry s nižší intenzitou – viz příloha č. 11.

Při určování mezičasů pro jednotlivé kombinace fází bylo vycházeno z tabulky najíždějících směrů – viz příloha č. 16, č. 17, č. 18 a č. 19 – a z předem stanovených fází – viz příloha č. 11. Pro zjednodušení byli vynecháni chodci.

Vyklizovací směry z první fáze jsou A1, A2, D1 a D2. Z druhé fáze najíždějí směry C1 a C2. Čas mezi vyklizovacím směrem A1 a najíždějícím směrem C1 je  $t_{mskut} = 1s$ , který byl spočítán v předešlé kapitole. Jestliže mezičas je záporný, znamená to, že vzdálenost mezi najížděcím vozidlem a vyklizovacím je tak velká, že najížděcí vozidlo neohrozí vyklizovací nebo tyto směry nejsou kolizní. Záporné mezičasy byly zaznamenány pouze u chodců.

Rozhodujícím mezičasem pro jednotlivé kombinace fází je ten s největší hodnotou. U kombinace fází I - II je největší mezičas při najížděcím směru C1 a vyklizovacím D1 – viz tab. č. 3.5. Jednotlivé mezičasy mezi jednotlivými fázemi charakterizuje tab. č. 3.6, dále viz příloha č. 20.

Tab. č. 3.5 Mezičasy pro vyklizovací I. a najížděcí II. fázi

1 - 2 Vyklizuje	Najíždí z 2. fáze	
	C1	C2
A1	1	-
A2	-	5
D1	9	4
D2	-	2
$t_{m12}$ [s]	9	

Tab. č. 3.6 Mezičasy mezi jednotlivými fázemi

Kombinace fází	$t_m$ [s]	Kombinace fází	$t_m$ [s]
1 - 2	9	3 - 1	5
1 - 3	8	3 - 2	5
1 - 4	5	3 - 4	5
2 - 1	6	4 - 1	7
2 - 3	8	4 - 2	9
2 - 4	6	4 - 3	8

### Volba optimálního pořadí fází [7]

$$t_{m,x}[s] = \sum_{i=1}^n t_{mi} = \text{minimum, kde:} \quad (3.22)$$

$n$  ... počet fází,

$t_{mi}[s]$  ... mezičas mezi jednotlivými fázemi [osobní sdělení].

Jednotlivé kombinace fází a vypočteného součtového mezičasu charakterizuje tab. č. 3.7.

Tab. č. 3.7 Volba součtového mezičasu pro jednotlivé kombinace fází

Číslo kombinace	Pořadí fází	"Součtový" mezičas $t_{m,x}$ [s]
1	1-2-3-4	$t_{m,1} = t_{m12} + t_{m23} + t_{m34} + t_{m41} = 9 + 8 + 5 + 7 = 29s$
2	1-3-4-2	$t_{m,2} = t_{m13} + t_{m34} + t_{m42} + t_{m21} = 8 + 5 + 9 + 6 = 28s$
3	1-4-2-3	$t_{m,3} = t_{m14} + t_{m42} + t_{m23} + t_{m31} = 5 + 9 + 8 + 5 = 27s$
4	1-4-3-2	$t_{m,4} = t_{m14} + t_{m43} + t_{m32} + t_{m21} = 5 + 8 + 5 + 6 = 24s$
5	1-2-4-3	$t_{m,5} = t_{m12} + t_{m24} + t_{m43} + t_{m31} = 9 + 6 + 8 + 5 = 28s$
6	1-3-2-4	$t_{m,6} = t_{m13} + t_{m32} + t_{m24} + t_{m41} = 8 + 5 + 6 + 7 = 26s$

Pořadí fází bylo zvoleno podle nejmenšího součtového mezičasu  $t_{m,x}[s]$ . Nejmenší součtový mezičas je při kombinaci fází 1-4-3-2, kdy hodnota součtového mezičasu je 24 s.

### 3.3.2 Výpočet podle metody spotřeby času

Podstatou této metody je, že intenzita jednotlivých dopravních směrů upravuje vynásobením koeficientem faktoru omezení, čím se zohledňují vlivy na zpomalení nebo na zrychlení pohybu vozidla prostorem křižovatky [9].

Při výpočtu podle metody spotřeby času jsou vždy vybrány nejvyšší hodnoty dopravních intenzit směrů, tj. vždy největší hodnota intenzity ranního nebo odpoledního dopravního průzkumu – viz příloha č. 6 a 7.

### Výpočtové fiktivní zatížení M [9]

$$M = \frac{I}{n} \cdot K \cdot K_{\text{narust}} [j.v./h], \text{ kde:} \quad (3.23)$$

$I [j.v./h]$  ... intenzita dopravního směru; pro každou fázi vybereme ten směr a tzv. rozhodující intenzitu  $I$ , tj. tu největší; je-li intenzita dopravního směru rozdělena do více fází, tak je vybrán směr s největší intenzitou dopravního směru,

$n [-]$  ... počet řadících pruhů ve směru,

$K_{\text{narust}} [-]$  ... nerůstový koeficient; v našem případě je zvolen 30% nárůst dopravní intenzity,

$K [-]$  ... výsledný koeficient faktoru omezení pro vyšetřovaný směr,

$$K = k_s \cdot k_{skl} \cdot k_R \cdot k_{obb} \cdot k_{ch} \cdot k_n, \text{ kde:}$$

$k_s [-]$  ... určuje koeficient šířky řadícího pruhu, šířka řadícího pruhu byla zvolena pro všechny fáze 3,0 - 3,5 m, koeficient šířky řadícího pruhu je  $k_s = 1$ ,

$k_{skl} [-]$  ... určuje sklonové poměry; křižovatka Francouzská - Polská nemá žádné sklonové poměry a tudíž je vodorovná, koeficient sklonového poměru je  $k_{skl} = 1$ ,

$k_R [-]$  ... určuje poloměr odbočování; poloměry odbočování jsou u jednotlivých fází různé a jsou voleny podle přílohy č. 15,

$k_{odb} [-]$  ... vyjadřuje poměr odbočujících a přímo jedoucích vozidel v jednom řadícím pruhu; poměr odbočujících a přímo jedoucích vozidel se v každé fázi liší a tento koeficient je volen podle přílohy č. 15.,

$k_{ch} [-]$  ... určuje intenzitu chodců; pro tuto křižovatku je zvolena střední intenzita chodců, koeficient těchto chodců je  $k_{ch} = 1,1 [-]$ ,

$k_n [-]$  ... určuje počet řadících pruhů pro tentýž směr na jednom vjezdu; tento koeficient je volen podle přílohy č. 15.

Veškeré hodnoty koeficientů jsou uvedeny v příloze č. 15.



### Výpočet fiktivního zatížení pro první fázi $M_I$

$$M_I = \frac{I}{n} \cdot K \cdot K_{\text{narust}} = \frac{320,5}{2} \cdot 1,5246 \cdot 1,3 = 317,5 \text{ j.v./h}$$

### Výpočet fiktivního zatížení pro první fázi $M_{II}$

$$M_{II} = \frac{I}{n} \cdot K \cdot K_{\text{narust}} = \frac{389}{2} \cdot 1,6698 \cdot 1,3 = 422 \text{ j.v./h}$$

### Výpočet fiktivního zatížení pro první fázi $M_{III}$

$$M_{III} = \frac{I}{n} \cdot K \cdot K_{\text{narust}} = \frac{4}{2} \cdot 1,6698 \cdot 1,3 = 8,5 \text{ j.v./h}$$

### Výpočet fiktivního zatížení pro první fázi $M_{IV}$

$$M_{IV} = \frac{I}{n} \cdot K \cdot K_{\text{narust}} = \frac{98}{2} \cdot 1,452 \cdot 1,3 = 185 \text{ j.v./h}$$

### Součet jednotlivých fiktivních zatížení $\sum M$

$$\sum M = M_I + M_{II} + M_{III} + M_{IV} = 317,5 + 422 + 8,5 + 185$$
$$\sum M = 933 \text{ j.v./h}$$

### Výpočtová délka cyklu [9]

$$C_v = \frac{\sum t_{m,x}}{1 - \frac{\sum M}{S}} [s], \text{ kde:} \quad (3.24)$$

$\sum t_{m,x} [s]$  ... součet mezičasů jednotlivými fázemi pro vybranou kombinaci fází,

$S [j.v./h]$  ... saturevaný tok, jde o maximální počet vozidel, která mohou projet profilem stopčáry za jednotku času při ideálních dopravních podmínkách  
 $S \in (1\,400 \div 1\,900) [j.v./h]$ , saturevaný tok byl zvolen  $S = 1\,400 [j.v./h]$ .

$$C_v = \frac{\sum t_{m,x}}{1 - \frac{\sum M}{S}} = \frac{24}{1 - \frac{933}{1400}}$$

$$C_v = 71,9 \text{ s}$$

### Skutečná délka cyklu C [9]

$$\begin{aligned}C &= (1,05 \div 1,1) \cdot C_v \\C &= 1,08 \cdot C_v = 1,08 \cdot 71,9 \\C &= 78 \text{ s}\end{aligned}\tag{3.25}$$

Skutečná délka cyklu byla o 8 % navýšena od výpočtové. Za 78 sekund se všechny fáze prostřídají.

### Délka zelené pro jednotlivé fáze [9]

$$Z_{v,I} = \frac{C}{S} \cdot M_I [s] \tag{3.26}$$

- pro první fázi:  $Z_{v,I} = \frac{C}{S} \cdot M_I = \frac{78}{1400} \cdot 317,5 = 17,6s \cong \underline{20s}$ ,
- pro druhou fázi:  $Z_{v,II} = \frac{C}{S} \cdot M_{II} = \frac{78}{1400} \cdot 422 = 23,5s \cong \underline{25s}$ ,
- pro třetí fázi:  $Z_{v,III} = \frac{C}{S} \cdot M_{III} = \frac{78}{1400} \cdot 8,5 = 0,47s \cong \underline{5s}$ ,
- pro čtvrtou fázi:  $Z_{v,VI} = \frac{C}{S} \cdot M_{VI} = \frac{78}{1400} \cdot 185 = 10,3s \cong \underline{11s}$ .

Z délek zelených byl sestaven signální plán pro jednotlivé fáze – viz příloha č. 21.

### Kontrolní součet [9]

$$\begin{aligned}C &= \sum t_{m,x} + Z_{v,I} + Z_{v,II} + Z_{v,III} + Z_{v,VI} = 24 + 20 + 25 + 5 + 11 \\C &= 85s\end{aligned}\tag{3.27}$$

Protože byly navýšeny délky jednotlivých fází zelených, bude skutečná doba cyklu o tato zvětšení větší, tzn. skutečná délka cyklu je C=85s.

### Určení kapacit vjezdů jednotlivých fází [9]

$$K_i = \frac{S}{C} \cdot Z_{v,i} [j.v./h] \tag{3.28}$$

- pro první fázi:  $K_I = \frac{S}{C} \cdot Z_{v,I} = \frac{1400}{85} \cdot 20 = 329,5 \text{ j.v./h}$ ,
- pro druhou fázi:  $K_{II} = \frac{S}{C} \cdot Z_{v,II} = \frac{1400}{85} \cdot 25 = 411,5 \text{ j.v./h}$ ,

- **pro třetí fázi:**  $K_{III} = \frac{S}{C} \cdot Z_{v,III} = \frac{1400}{85} \cdot 5 = 82 \text{ j.v./h},$
- **pro čtvrtou fázi:**  $K_{IV} = \frac{S}{C} \cdot Z_{v,IV} = \frac{1400}{85} \cdot 11 = 181 \text{ j.v./h}.$

#### Určení rezerv jednotlivých fází [9]

$$R_I = \left(1 - \frac{I_I}{K_I}\right) \cdot 100\% [\%] \quad (3.29)$$

- **pro první fázi:**  $R_I = \left(1 - \frac{I_I}{K_I}\right) \cdot 100\% = \left(1 - \frac{320,5}{329,5}\right) \cdot 100\% = 2,7\%,$
- **pro druhou fázi:**  $R_{II} = \left(1 - \frac{I_{II}}{K_{II}}\right) \cdot 100\% = \left(1 - \frac{389}{411,5}\right) \cdot 100\% = 5,5\%,$
- **pro třetí fázi:**  $R_{III} = \left(1 - \frac{I_{III}}{K_{III}}\right) \cdot 100\% = \left(1 - \frac{7}{82}\right) \cdot 100\% = 91,5\%,$
- **pro čtvrtou fázi:**  $R_{IV} = \left(1 - \frac{I_{IV}}{K_{IV}}\right) \cdot 100\% = \left(1 - \frac{98}{181}\right) \cdot 100\% = 45,9\%,$

Z výpočtu je zřejmé, že největší rezervy jsou ve fázi č. III a IV, naopak nejmenší rezervy jsou ve fázi č. I a II.

#### Výpočet délek řadicího pruhu [9]

$$l_I = \frac{7}{3600} \cdot M_I \cdot (C - Z_{v,I}) [m] \quad (3.30)$$

- **délka řadicího pruhu u první fáze:**

$$l_I = \frac{7}{3600} \cdot M_I \cdot (C - Z_{v,I}) = \frac{7}{3600} \cdot 317,5 \cdot (85 - 20) = 40,1 \text{ m},$$

- **délka řadicího pruhu u druhé fáze:**

$$l_{II} = \frac{7}{3600} \cdot M_{II} \cdot (C - Z_{v,II}) = \frac{7}{3600} \cdot 422 \cdot (85 - 25) = 49,2 \text{ m},$$

- **délka řadicího pruhu u třetí fáze:**

$$l_{III} = \frac{7}{3600} \cdot M_{III} \cdot (C - Z_{v,III}) = \frac{7}{3600} \cdot 8,5 \cdot (85 - 5) = 1,3 \text{ m},$$

- **délka řadicího pruhu u čtvrté fáze:**

$$l_{IV} = \frac{7}{3600} \cdot M_{IV} \cdot (C - Z_{v,IV}) = \frac{7}{3600} \cdot 185 \cdot (85 - 11) = 26,6 \text{ m}.$$

### **Zhodnocení výpočtu SSZ podle metody spotřeby času**

Podle metody spotřeby času bylo spočítáno fiktivní zatížení pro jednotlivé fáze, kdy první dvě fáze mají toto zatížení větší než třetí a čtvrtá. Ze součtu jednotlivých fiktivních zatížení byla určena výpočtová délka cyklu, která byla následně navýšena na hodnotu 78 s. Pro jednotlivé fáze byly stanoveny délky zelené fáze a z kontrolního součtu těchto délek byla stanovena konečná délka cyklu na 85 s. Následně byly určeny kapacity vjezdu pro jednotlivé fáze. Z rezerv jde vidět, že tuto hodnotu mají první dvě fáze nejnižší, což je dáno velkou dopravní intenzitou v těchto fázích. Největší rezerva je u třetí fáze, kdy intenzita z tohoto směru je nejnižší. Z délek řadicího pruhu je patrné, že nejdelší fronta účastníků silničního provozu bude u prvních dvou fází a nejnižší bude u fáze třetí.

*Tab. č. 3.8 Zhodnocení výpočtu SSZ podle metody spotřeby času*

<b>Fáze</b>	<b>Fiktivní zatížení [j.v./h]</b>	<b>Délka zelené fáze [s]</b>	<b>Kapacita vjezdu [j.v./h]</b>	<b>Rezervy vjezdu [%]</b>	<b>Délka řadicího pruhu [m]</b>
<b>I</b>	317,5	20	329,5	2,7	40,1
<b>II</b>	422	25	411,5	5,5	49,2
<b>III</b>	8,5	5	82	91,5	1,3
<b>IV</b>	185	11	181	45,9	26,6

## 4 Zhodnocení návrhu z hlediska bezpečnostního a ekonomického

Výsledná číselná hodnota stavebních úprav a rekonstrukcí průsečné křižovatky Francouzská - Polská na okružní křižovatku se odvíjí od stavebních úprav a dopravního značení. Tab. č. 4.1 znázorňuje ekonomické zhodnocení.

### 4.1 Ekonomické zhodnocení okružní křižovatky

Tab. č. 4.1 Ekonomické zhodnocení navržené okružní křižovatky

#### Okružní křižovatka Francouzská - Polská

Stavební úpravy	Množství	Jednotka	Cena jednotky	Cena v Kč
Rekonstrukce vozovky	1453	m <sup>2</sup>	3 500 Kč	5 085 500 Kč
Vybudování chodníku- zámková dlažba	756	m <sup>2</sup>	600 Kč	453 600 Kč
Rezerva	1	ks	100 000 Kč	100 000 Kč
<b>Cena celkem</b>				<b>5 639 100 Kč</b>

Dopravní značení				
	Množství	Jednotka	Cena jednotky	Cena v Kč
Vodorovné dopravní značení	50	m <sup>2</sup>	450 Kč	22 500 Kč
Odstranění vodorovného značení	106	m <sup>2</sup>	180 Kč	19 080 Kč
Svislé dopravní značení dodávka IP 19	20	ks	5 375 Kč	107 500 Kč
Montáž a demontáž svislého značení IP19	33	ks	600 Kč	19 800 Kč
<b>Cena celkem</b>				<b>168 880 Kč</b>

Položka celková				
	Množství	Jednotka	Cena jednotky	Cena v Kč
Dopravní značení	1	celek	168 880 Kč	168 880 Kč
Stavební úpravy	1	celek	5 639 100 Kč	5 639 100 Kč
<b>Cena celkem</b>				<b>5 807 980 Kč</b>

Ramena průsečné křižovatky byla upravena, aby všechna mířila do středu okružní křižovatky, a tím pádem zajistila snížení rychlosti při průjezdu. Pro chodce byly provedeny rekonstrukce chodníků.

**Výhody okružní křižovatky:**

- bezpečnost provozu (z důsledků snížení rychlosti při průjezdu křižovatkou bylo dosaženo snížení případných kolizí, na okružní křižovatce se vyskytují pouze přípojně a odbočné kolizní body, nebezpečné křížné kolizní body zde nejsou),
- plynulost provozu (účastníci silničního provozu jsou nuceni při průjezdu okružní křižovatkou snížit svou nájezdovou rychlost, a tím pádem se zlepší plynulost provozu a sníží se exhalace a hluk dopravy),
- výhled při průjezdu (díky stavebním úpravám je zlepšený výhled na této křižovatce),
- jednoduchá údržba (údržba spočívá v obvyklých opravách komunikace, které neomezují bezpečnost provozu),
- nižší čekací doba při odbočování.

**Nevýhody okružní křižovatky:**

- stavební úpravy a rekonstrukce vozovky (ramena okružní křižovatky byla upravena, aby mířila do středu okružní křižovatky),
- cena (z důvodu stavebních úprav je pořizovací cena vysoká).

## 4.2 Ekonomické zhodnocení světelného signalizačního zařízení

Cena SSZ se odvíjí od dopravního značení, stavebních úprav a vybudování světelného signalizačního zařízení, které charakterizuje tab. č. 4.2.

Tab. č. 4.2 Ekonomické zhodnocení navrženého SSZ

### Návrh světelného signalizačního zařízení

Dopravní značení				
	Množství	Jednotka	Cena jednotky	Cena v Kč
Vodorovné dopravní značení	313,8	m <sup>2</sup>	450 Kč	141 210 Kč
Odstranění vodorovného značení	4,47	m <sup>2</sup>	180 Kč	805 Kč
Svislé dopravní značení dodávka IP 19	12	ks	5 375 Kč	64 500 Kč
Montáž a demontáž svislého značení IP19	16	ks	600 Kč	9 600 Kč
<b>Cena celkem</b>				<b>216 115 Kč</b>

Stavební úpravy				
	Množství	Jednotka	Cena jednotky	Cena v Kč
Rekonstrukce vozovky	11,9	m <sup>2</sup>	3 500 Kč	41 650 Kč
Rezerva	1	ks	100 000 Kč	100 000 Kč
<b>Cena celkem</b>				<b>141 650 Kč</b>

Světelné signalizační zařízení				
	Množství	Jednotka	Cena jednotky	Cena v Kč
Nosný materiál -stožáry,výložníky, návěstidla	1	celek	900 000 Kč	900 000 Kč
Ostatní materiál	1	celek	40 000 Kč	40 000 Kč
Montáže	1	celek	500 000 Kč	500 000 Kč
Zemní práce	1	celek	400 000 Kč	400 000 Kč
Řadič světelné signalizace	1	celek	700 000 Kč	700 000 Kč
Signální plán - zpracování	1	celek	60 000 Kč	60 000 Kč
Rezerva	1	celek	700 000 Kč	700 000 Kč
<b>Cena celkem</b>				<b>3 300 000 Kč</b>

Položka celková				
	Množství	Jednotka	Cena jednotky	Cena v Kč
Dopravní značení	1	celek	216 115 Kč	216 115 Kč
Stavební úpravy	1	celek	141 650 Kč	141 650 Kč
Světelné signalizační zařízení	1	celek	3 300 000 Kč	3 300 000 Kč
<b>Cena celkem</b>				<b>3 657 765 Kč</b>

### **Výhody světelného signalizačního zařízení:**

- bezpečnost provozu (SSZ umožňuje průjezd křižovatkou pouze těm směrům, které nejsou kolizní),
- bezpečnost chodců a cyklistů (účastníci silničního provozu jsou informováni o možném výskytu chodců nebo cyklistů na křižovatce).

### **Nevýhody světelného signalizačního zařízení:**

- kolizní body (při neprovozním stavu SSZ zejména v nočních hodinách se vyskytují přípočné, odbočné a křížné kolizní body, z těchto důvodů je omezena bezpečnost provozu),
- špatný výhled při odbočování (z důvodů zapuštění stopčáry na ulici Polské při odbočení na ulici Francouzskou),
- koordinace s ostatními křižovatkami (v blízkosti není žádná křižovatka, která by byla vybavena SSZ),
- ochrana životního prostředí (při čekání na „zelenou“ a při rozjezdu je zvýšená exhalace výfukových plynů a hluku),
- závislost na elektrické energii.

Z hlediska ekonomického a bezpečnostního zhodnocení byla zvolena jedna z možností.

Z výhod okružní křižovatky vyplývá, že zajišťuje bezpečnost, lepší výhled při průjezdu křižovatkou na ostatní účastníky silničního provozu a jednoduchou údržbu oproti údržbě SSZ. Účastníci silničního provozu jsou nuceni při příjezdu a průjezdu snížit rychlost, a tím pádem zajistit plynulost silničního proudu. Ochrana chodců je zajištěna pomocí směrových ostrůvků, které oddělují najíždějící a vyklizovací směry a, jak již bylo řečeno, sníženou průjezdnou rychlostí. Nevýhodou této varianty jsou stavební a rekonstrukční úpravy, od kterých se odvíjí cena.

SSZ zajišťuje bezpečnost provozu, chodců a cyklistů. Cena této varianty se odvíjí z větší části pouze z vybudování SSZ – nosný materiál, řadič světelné signalizace, zemní práce apod. Nevýhodou této varianty je, že při neprovozním stavu SSZ se vyskytují



křížné kolizní body, je závislá na elektrické energii, není šetrná k životnímu prostředí – při čekání na „zelenou“ a při rozjezdech je zvýšena exhalace výfukových plynů a vibrací.

Z výše uvedených důvodů volím, i přes vyšší pořizovací cenu, variantu okružní křižovatky.

## 5 Závěr

V úvodních kapitolách práce jsem se zabýval popisem a lokalizací křižovatky Francouzská – Polská a Francouzská – Hlavní třída, které se nacházejí v Ostravě-Porubě. Provedl jsem na dané křižovatce směrový dopravní průzkum, z kterého jsem určil intenzity dopravního směru, také jsem určil druh a počet vozidel, které projely danou křižovatkou za daný čas. Následně jsem zkonstruoval pentlogram a kartogram křižovatky Francouzská – Polská a Francouzská – Hlavní třída.

Analýzou dopravní nehodovosti a konfliktních situací jsem poukázal na dopravní nehody na křižovatkách města Ostravy. Hlouběji jsem se zaměřil na křižovátku Francouzská – Polská. Ze získaných informací jsem provedl analýzu dopravních nehod a při měření dopravní intenzity jsem poukázal na konfliktní situace na této křižovatce.

Hlavním cílem této bakalářské práce bylo zlepšit plynulost a bezpečnost provozu na této křižovatce, zejména snížit dopravní nehodovost, zlepšit výhled při odbočování a snížit čekací dobu.

Zaměřil jsem se zejména na zlepšení výhledu z ulice Polské při odbočení na ulici Francouzskou, dále ve směru na ulici Nad Porubkou. Ulice Polská je připojena k ulici Francouzské pod velkým úhlem a výhled z této křižovatky je omezen zapuštěnou stopčárou a stromy, které se nacházejí ve výhledu. Účastníci silničního provozu, kteří odbočují z ulice Polské na ulici Francouzskou, dále ve směru na ulici Opavskou, brání dostatečnému výhledu z ulice Polské na ulici Francouzskou, a zejména na účastníky silničního provozu, kteří jedou po hlavní pozemní komunikaci v rovném směru, tj. ve směru na ulici Nad Porubkou.

Velká čekací doba je při odbočení z ulice Polské na Francouzskou, dále ve směru na Nad Porubkou a také ve směru při odbočení z ulice Francouzská na Polskou (odbočení vlevo).

Dopravní nehody jsou způsobeny především nedodržením předepsaných předností v jízdě, bezpečné vzdálenosti mezi vozidly a předepsané rychlosti.

Pro stavebně-technické úpravě křižovatky jsem se rozhodl navrhnout okružní křižovátku a světelné signalizační zařízení.

Při návrhu okružní křižovatky jsem poukázal na kolizní body, které se vyskytují na této křižovatce. Z výpočtů podle tří metod (metoda Brilona a Stuweho, metoda EPFL a metoda VSS) a z jejich porovnání jsem došel k závěru, že navržená okružní křižovatka z hlediska rezerv dostatečně vyhovuje pro všechna ramena.

Pro světelné signalizační zařízení jsem se rozhodl použít čtyřfázové schéma. Vypočetl jsem délky zelených fází podle metody spotřeby času a zkonstruoval jsem signalizační schéma pro zadanou křižovatku. Před samotným výpočtem jsem opět poukázal na kolizní body u průsečné čtyřramenné křižovatky.

S přihlédnutím k bezpečnostnímu a ekonomickému hledisku jsem zvolil jednu z možných variant. Podle výhod a nevýhod každé varianty jsem se rozhodl pro přeměnu průsečné křižovatky Francouzská – Polská, která je doposud řízená pomocí svislých dopravních značek, na křižovatku okružní.

Navržená okružní křižovatka zlepší plynulost a bezpečnost provozu, zlepší výhled a sníží čekací dobu při odbočování.

## Seznam použité literatury

- [1] Evropská komise [online].[cit. 2009-05-14]. Dostupný z [http://ec.europa.eu/health-eu/my\\_environment/road\\_safety/index\\_cs.htm](http://ec.europa.eu/health-eu/my_environment/road_safety/index_cs.htm)
- [2] *Jízdní řády* [online]. Ministerstvo dopravy. [cit. 2008-12-04].  
Dostupný z WWW: <<http://jizdnirady.idnes.cz/ostrava/spojeni/>>
- [3] *Mapy.cz* [online]. [cit. 2008-11-27]. Dostupný z WWW: <http://www.mapy.cz/>
- [4] FOLPRECHT, J.; KŘIVDA, V. Organizace a řízení dopravy I, Ostrava: VŠB - TU,2006. 158s. ISBN 80 – 248 – 1030 - 1
- [5] TICHÝ, Jiří. *Osobní sdělení*. Dopravní intenzita křižovatky Hlavní třída - Francouzská, Ostrava: VŠB TU, 2008
- [6] NAVRÁTILOVÁ, Margita. *Osobní sdělení*. Ostravské komunikace a.s., Ostrava. [2008-11-18]
- [7] KŘIVDA, Vladislav. Základy organizace a řízení silniční dopravy, Ostrava: VŠB - TU,2006. 156s. ISBN 80 – 248 – 1253 - 3
- [8] Technické podmínky TP 135. Projektování okružních křižovatek na silnicích a místních komunikacích. Ostrava: V-projekt, Ministerstvo dopravy a spojů České republiky, 2000. 32s.
- [9] Technické podmínky TP 81. Navrhování světelných signalizačních zařízení pro řízení silničního provozu. Brno: CDV, Ministerstvo dopravy České republiky, 1996. 111s. ISBN 80-902141-2-6

## **Poděkování**

Touto cestou bych rád poděkoval vedoucímu své bakalářské práce Ing. Vladislavu Křivdovi, Ph.D., za odborné a trpělivé vedení při psaní, Ing. Martinu Lindovskému za poskytnutí cenných rad, Mgr. Olze Hadvičákové za jazykovou korekturu a Ing. Margitě Navrátilové, Ing. Josefu Genserkovi a Ing. Ladislavu Šímovi za poskytnutí důležitých informací. V neposlední řadě děkuji své rodině, přítelkyni a přátelům za trpělivost a ohleduplnost při tvorbě mé práce.

# **Přílohy**

## **Seznam příloh**

**Příloha č. 1** - Lokalizace křižovatky Francouzská - Polská a Francouzská - Hlavní třída z pohledu města Ostravy [8]

**Příloha č. 2** - Detailní lokalizace křižovatky Francouzská - Polská a křižovatky Hlavní třída - Francouzská [8]

**Příloha č.3** - Tabulka dopravní nehodovosti na křižovatce Francouzská - Polská [1]

**Příloha č. 4** - Vyčíslení hmotných škod při nehodách na křižovatce Francouzská - Polská v letech 2000–2007

**Příloha č. 5** - Počet dopravních nehod na křižovatce Francouzská - Polská v letech 2001–2007

**Příloha č. 6** - Dopravní průzkum na křižovatce Francouzská - Polská

**Příloha č. 7** - Dopravní průzkum na křižovatce Francouzská - Polská

**Příloha č. 8** - Tabulka dopravní nehodovosti na křižovatce Hlavní třída - Francouzská [1]

**Příloha č. 9** - Vyčíslení hmotných škod při nehodách na křižovatce Hlavní třída - Francouzská v letech 2000–2008

**Příloha č. 10** - Počet dopravních nehod na křižovatce Hlavní třída - Francouzská v letech 2001–2008

**Příloha č. 11** - Čtyřfázové schéma křižovatky Francouzská - Polská

**Příloha č. 12** - Graf určení střední čekací doby podle rezervy jednotlivých vjezdů [6]

**Příloha č. 13** - Graf určení faktoru  $\alpha$  podle vzdálenosti kolizních bodů [6]

**Příloha č. 14** - Standardní hodnoty pro výpočet mezičasů [2]

**Příloha č. 15** - Koeficienty  $k$  pro výpočet fiktivního zatížení  $M$  [7]

**Příloha č. 16** - Tabulky pro najížděcí směry A1, A2

**Příloha č. 17** - Tabulky pro najížděcí směr B1

**Příloha č. 18** - Tabulky pro najížděcí směry C1 a C2

**Příloha č. 19** - Tabulky pro najížděcí směry D1 a D2

**Příloha č. 20** - Mezičasy pro jednotlivé kombinace fází

**Příloha č. 21** - Signální plán křižovatky Francouzská - Polská

**Příloha č. 1** - Lokalizace křižovatky Francouzská - Polská a Francouzská - Hlavní třída z pohledu města Ostravy [8]



**Příloha č. 2** - Detailní lokalizace křižovatky Francouzská - Polská a křižovatky Hlavní třída - Francouzská [8]

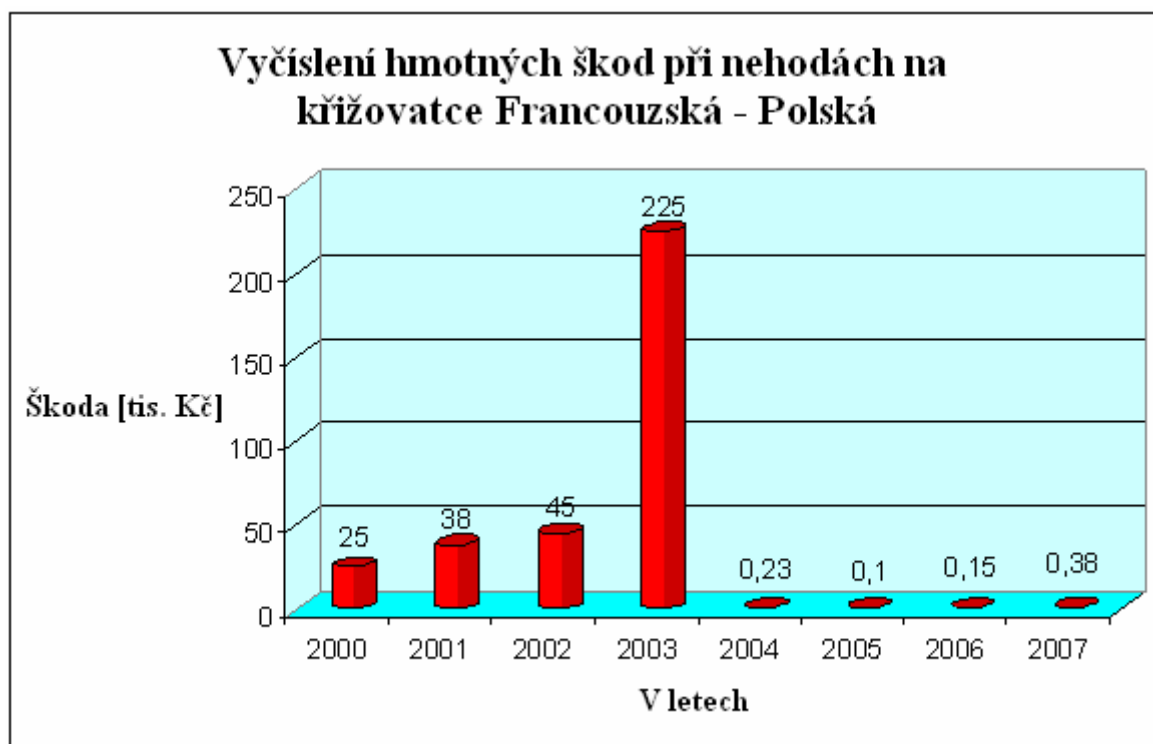




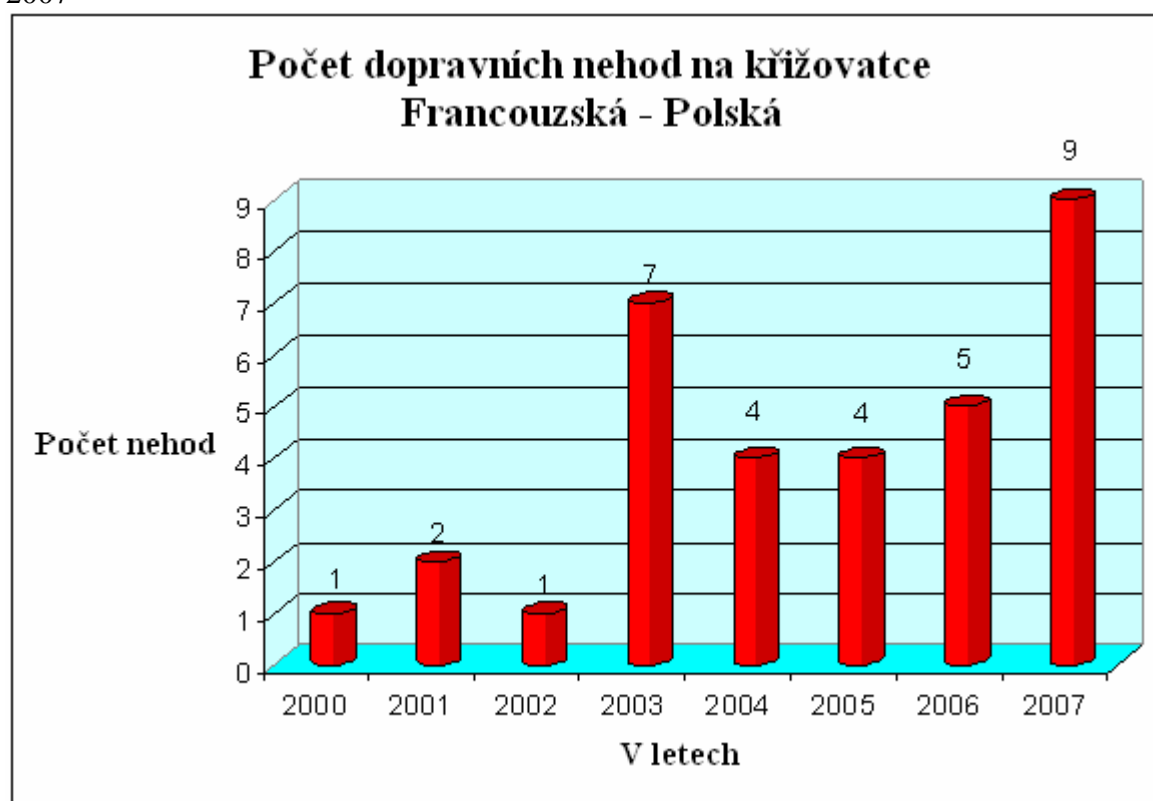
**Příloha č.3** - Tabulka dopravní nehodovosti na křižovatce Francouzská - Polská [1]

Pořadí	Číslo křižovatky	Název křižovatky	Počet nehod	Následek nehody, zranění					Hlavní příčina nehody					
				lehké poranění	těžké poranění	lehké poranění	Hm. škoda v tis. Kč	Závažnost nehody	Přednost	Rychlost	Předjíždění	Chodec	Bezpečná vzdál.	Jiná příčina
2000	445	FRANCOUZSKA-POLSKA	1	0	0	0	25	25	1	0	0	0	0	0
2001	445	FRANCOUZSKA-POLSKA	2	0	0	0	38	19	0	1	0	0	0	1
2002	445	FRANCOUZSKA-POLSKA	1	0	0	0	45	45	1	0	0	0	0	0
2003	445	FRANCOUZSKA-POLSKA	7	0	0	0	255	36,4	2	2	0	0	1	2
2004	445	FRANCOUZSKA-POLSKA	4	0	0	0	0,23	57	2	0	0	0	1	1
2005	445	FRANCOUZSKA-POLSKA	4	0	0	1	0,1	31,7	3	0	0	0	0	1
2006	445	FRANCOUZSKA-POLSKA	5	0	0	0	0,15	29	2	0	0	0	2	1
2007	445	FRANCOUZSKA-POLSKA	9	0	0	1	0,38	45,7	4	0	0	1	3	1
2008	445	FRANCOUZSKA-POLSKA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			<b>33</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>364</b>		<b>15</b>	<b>3</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>7</b>	<b>7</b>

**Příloha č. 4 - Vyčíslení hmotných škod při nehodách na křižovatce Francouzská - Polská v letech 2000–2007**



**Příloha č. 5 - Počet dopravních nehod na křižovatce Francouzská – Polská v letech 2001–2007**



**Příloha č. 6 - Dopravní průzkum na křižovatce Francouzská - Polská**

**Datum průzkumu:** čtvrtek 23. 10. 2008, pracovní den

**Hodiny měření :** 14:30 - 15:30

**Místo měření:** vjezd do sídliště, okolí křižovatky

**Účel měření:** směrový průzkum, intenzita dopravy

**Jméno měřícího, podpis:** Strakoš Ondřej, Rosa Martin, Hamáček Leoš

**Povětrnostní podmínky:** Zataženo, 5–7°C

	<i>Osobní automobil [j.v./h]</i>	<i>2 nápravové nákladní automobily [j.v./h]</i>	<i>Třinápra- vové a vícenápra- vové automobily [j.v./h]</i>	<i>Jízdní soupravy [j.v./h]</i>	<i>MHD [j.v./h]</i>	<b>Σ</b>
<i>Polská - Francouzská - Opavská (odbočení vpravo)</i>	205	1,5	-	-	45	251,5
<i>Polská - Francouzská - Nad Porubkou (odbočení vlevo)</i>	94	1,5	2,5	-	-	98
<i>Francouzská - Nad Porubkou</i>	310	4,5	-	-	6	320,5
<i>Francouzská - Polská (odbočení vlevo)</i>	226	1,5	2,5	-	33	263
<i>Francouzská - Opavská</i>	380	6	-	-	3	389
<i>Francouzská - Polská (odbočení vpravo)</i>	127	4,5	-	-	-	131,5
<i>Výjezd Ze Sídliště</i>	7	-	-	-	-	7
<i>Vjezd do Sídliště</i>	3	-	-	-	-	3
<b>Celkem projelo vozidel</b>	1349	19,5	5	0	87	<b>1460,5</b>

**Příloha č. 7 - Dopravní průzkum na křižovatce Francouzská - Polská**

**Datum průzkumu:** čtvrtek 23. 10. 2008, pracovní den

**Hodiny měření :** 7:20 - 8:20

**Místo měření:** vjezd do sídliště, okolí křižovatky

**Účel měření:** směrový průzkum, intenzita dopravy

**Jméno měřícího, podpis:** Strakoš Ondřej, Rosa Martin, Hamáček Leoš

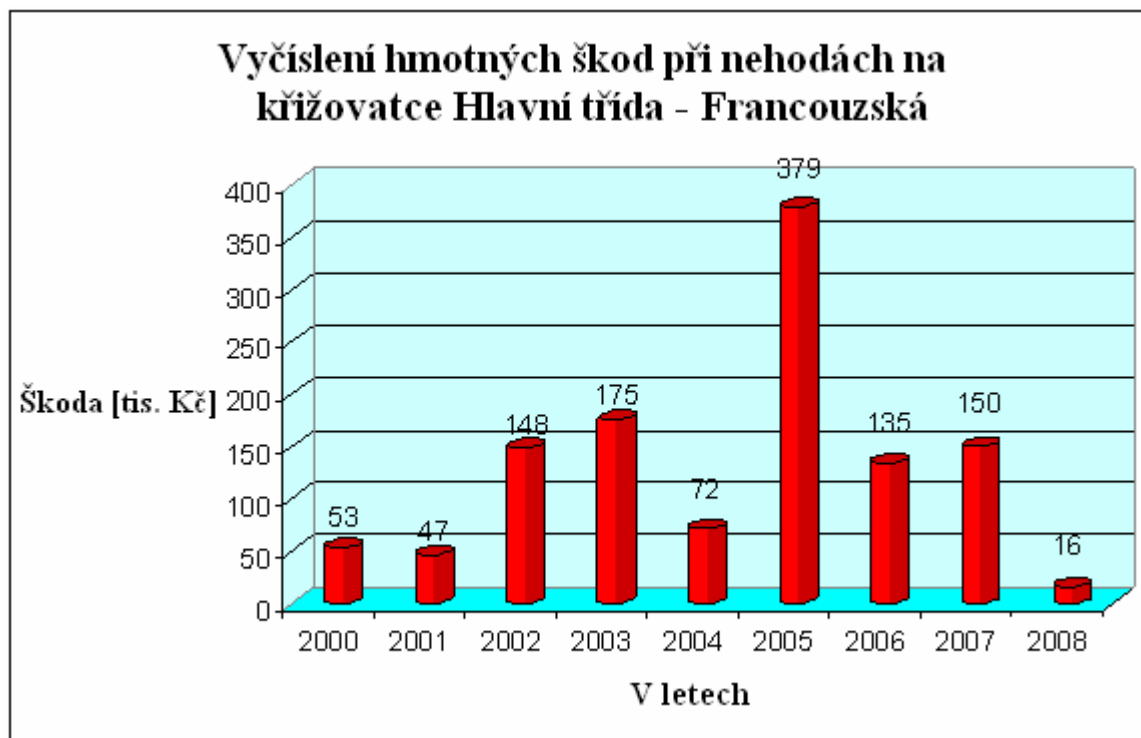
**Povětrnostní podmínky:** zataženo, 5–7°C

	<i>Osobní automobil [j.v./h]</i>	<i>Dvounápra- vové nákladní automobily [j.v./h]</i>	<i>Třínápravo- vé a vícenápravo- vé automobily [j.v./h]</i>	<i>Jízdní soupravy [j.v./h]</i>	<i>MHD, jiné [j.v./h]</i>	<b>Σ</b>
<i>Polská - Francouzská - Opavská (odbočení vpravo)</i>	274	4,5	2,5	-	40	321,0
<i>Polská - Francouzská - Nad Porubkou (odbočení vlevo)</i>	62	3	-	-	6	71,0
<i>Francouzská - Nad Porubkou</i>	254	16,5	2,5	12	2	287,0
<i>Francouzská - Polská (odbočení vlevo)</i>	204	1,5	2,5	-	18	226,0
<i>Francouzská - Opavská</i>	323	7,5	2,5	-	2	335,0
<i>Francouzská - Polská (odbočení vpravo)</i>	109	3	-	-	2	114,0
<i>Výjezd Ze Sídliště</i>	3	-	-	-	-	3,0
<i>Vjezd do Sídliště</i>	6	-	-	-	-	6,0
<b>Celkem projelo vozidel</b>	1235	36	10	12	70	<b>1363</b>

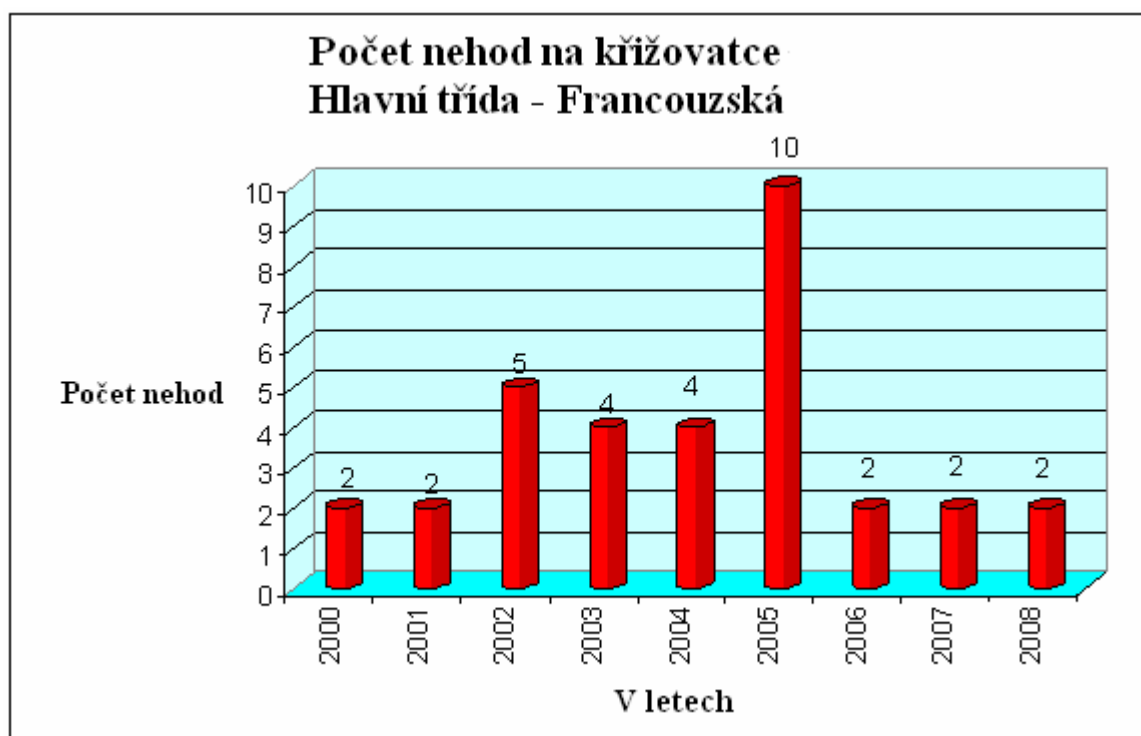
**Příloha č. 8** - Tabulka dopravní nehodovosti na křižovatce Hlavní třída - Francouzská [1]

Pořadí	Číslo křižovatky	Název křižovatky	Počet nehod	Následek nehody, zranění					Hlavní příčina nehody					
				Smrtelné poranění	Těžké poranění	Lehké poranění	Hm. škoda v tis. Kč	Závažnost nehody	Přednost	Rychlost	Předjíždění	Chodec	Bezpečná vzdál.	Jiná příčina
2000	4046	FRANCOUZSKA-HLAVNI TRIDA	2				53	26,5	2					
2001	4046	FRANCOUZSKA-HLAVNI TRIDA	2			1	47	38,5	1					1
2002	4046	FRANCOUZSKA-HLAVNI TRIDA	5				148	29,6	4					1
2003	4046	FRANCOUZSKA-HLAVNI TRIDA	4				175	43,8	2				1	1
2004	4046	FRANCOUZSKA-HLAVNI TRIDA	4				72	18	1				2	1
2005	4046	FRANCOUZSKA-HLAVNI TRIDA	10			3	379	46,9	3		1		3	3
2006	4046	FRANCOUZSKA-HLAVNI TRIDA	2				135	67,6	1	1				
2007	4046	FRANCOUZSKA-HLAVNI TRIDA	2				150	75	1					1
2008	4046	FRANCOUZSKA-HLAVNI TRIDA	2				16	7,8	1				1	
			33	0	0	4	1175	354	16	1	1	0	7	8

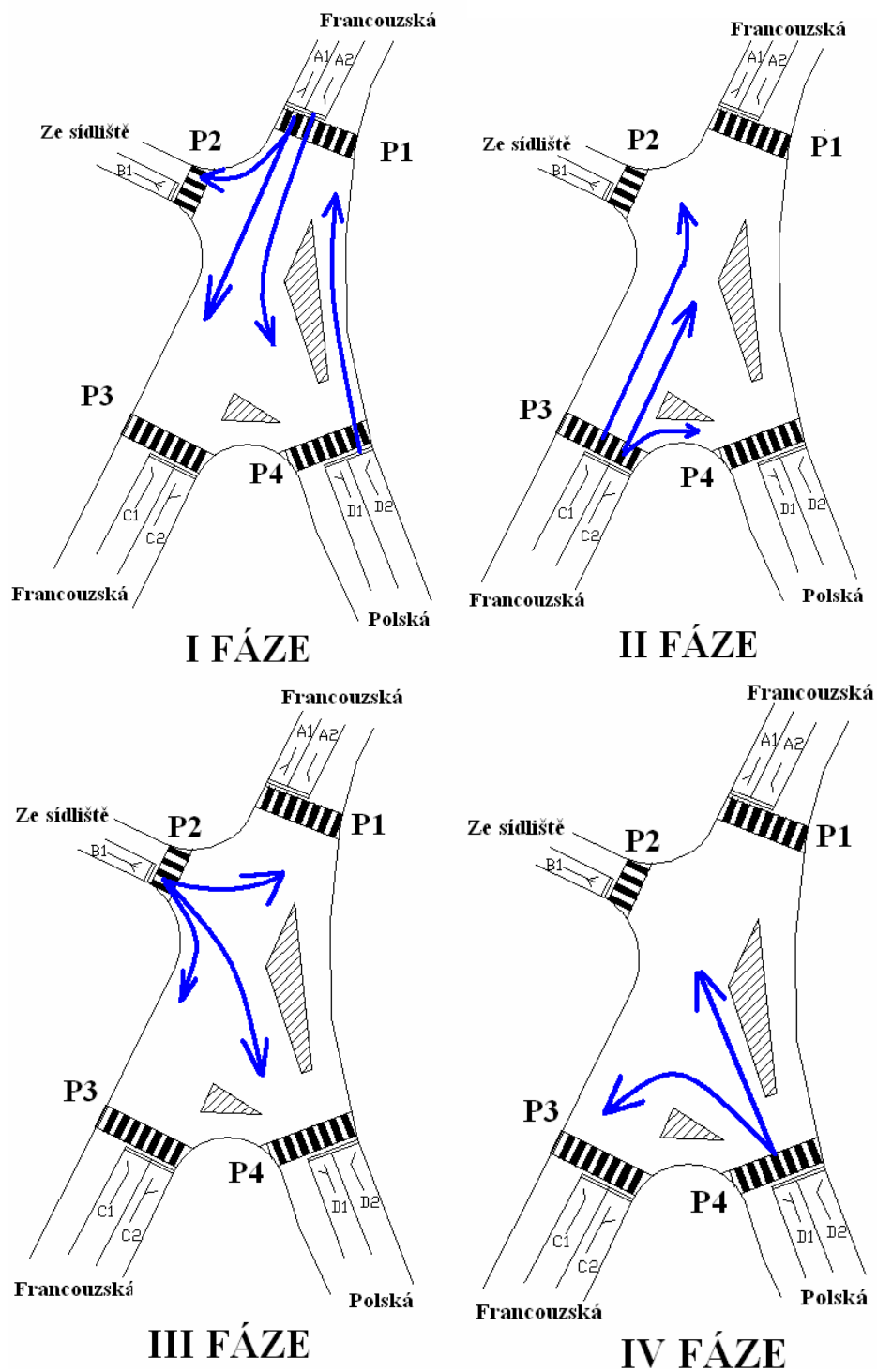
**Příloha č. 9** - Vyčíslení hmotných škod při nehodách na křižovatce Hlavní třída - Francouzská v letech 2000–2008



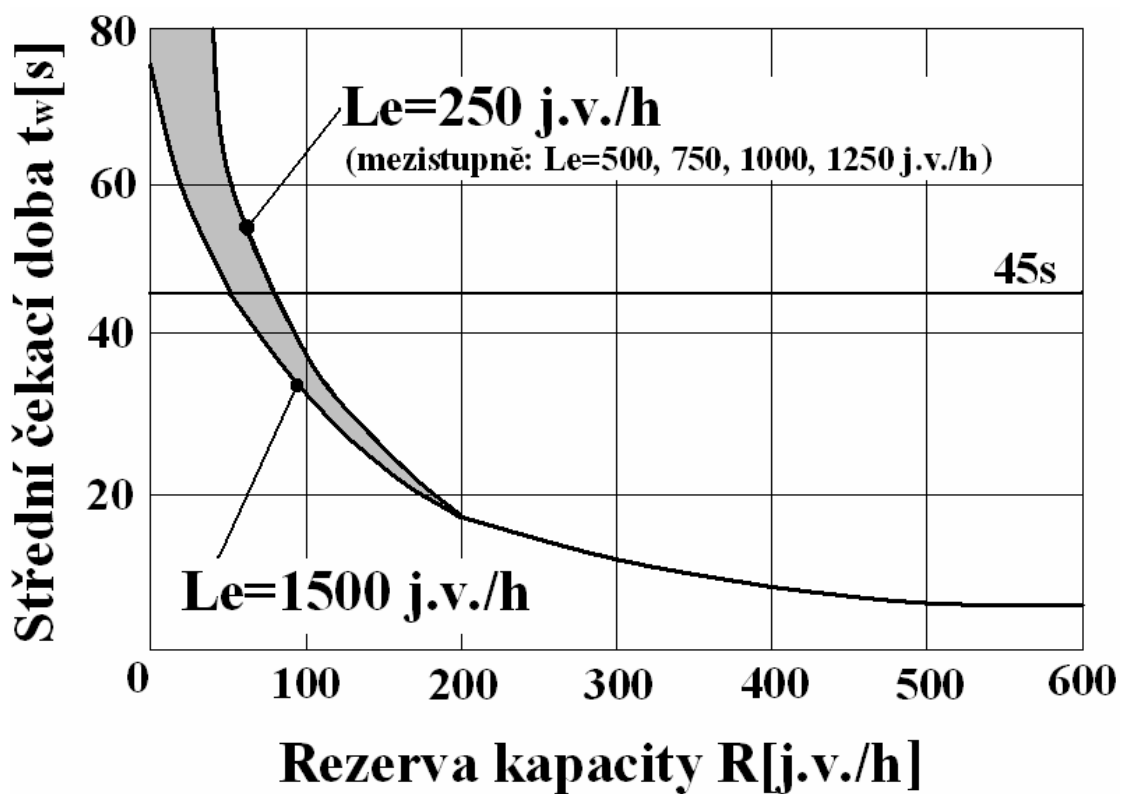
**Příloha č. 10** - Počet dopravních nehod na křižovatce Hlavní třída - Francouzská v letech 2001–2008



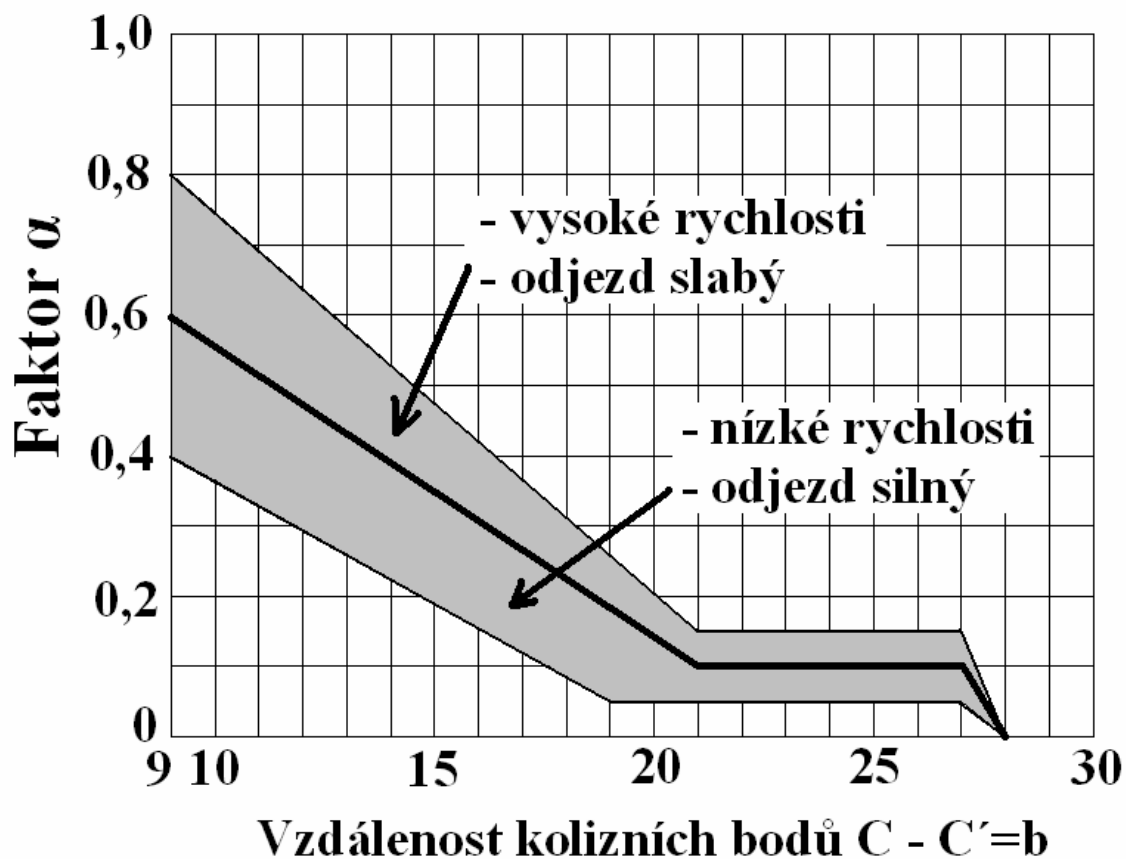
**Příloha č. 11 - Čtyřfázové schéma křižovatky Francouzská - Polská**



Příloha č. 12 - Graf určení střední čekací doby podle rezervy jednotlivých vjezdů [6]



Příloha č. 13 - Graf určení faktoru  $\alpha$  podle vzdálenosti kolizních bodů [6]





**Příloha č. 14** - Standardní hodnoty pro výpočet mezičasu [2]

<b>STANDARDNÍ HODNOTY PRO VÝPOČET MEZIČASŮ</b>		
<b>VYKLIZOVACÍ A NAJÍZDĚCÍ RYCHLOSTI</b>	[km/h]	[m/s]
<b>Motorová vozidla :</b>		
v přímém směru	35	9,7
v oblouku	25	7
<b>Tramvaje:</b>		
v přímém směru a v obloucích o poloměru 60 m nebo větším v úsecích bez kolejových konstrukcí	25	7
v obloucích o poloměru 25 až 60 m	20	5,6
v obloucích o poloměru menším než 25 m	15	4,2
v místech výhybek a kolejových křižovatek (s výjimkou jízdy přes výhybky proti hrotům od odbočky)	15	4,2
v místech výhybek při jízdě proti hrotům do odbočky	10	2,8
<b>Cyklisté:</b>	15	4,2
<b>Chodci:</b>	5	1,4
<b>VYKLIZOVACÍ A NAJÍZDĚCÍ DOBA</b>		
<b>DÉLKY VYKLIZUJÍCÍHO VOZIDLA</b>		
Motorová vozidla :	5	
Tramvaje:	15	
Cyklisté:	0	
Chodci:	0	
<b>BEZPEČNOSTNÍ DOBA</b>		
Motorová vozidla :	2	
Tramvaje:	0	
Cyklisté:	1	
Chodci:	0	

**Příloha č. 15 - Koeficienty k pro výpočet fiktivního zatížení M [7]**

Určení koeficientů k:

a) šířka řadicího pruhu $k_{\xi}$ :		2,27m	1,15
		3,0 3,5m	1
		3,75m	0,85
b) sklonové poměry $k_{skl}$ :	stoupání	3,50%	1,1
		5%	1,15
	klesání	3,50%	0,9
		5%	0,85
c) poměry odbočování $k_r$ :		10m	1,15
		15m	1,1
		30m	1,05
d) odbočující a přímo jedoucí vozidla v jednom řadicím pruhu $k_{odb}$ :			
	odbočujících	10%	1,05
		20%	1,1
		30% a více	1,2
e) počet řadicích pruhů pro tentýž směr na jednom vjezdu $k_n$ :			
	2 pruhy	3,5m	1,05
	2 pruhy	3,0m	1,1
	3 pruhy	3,0m	1,15
f) vozidla odbočující současně s přecházejícími chodci, přechod je zatížen:			
		slabě	1
		středně	1,1
		silně	1,2
g) intenzita chodců $k_{ch}$ :		slabá	1,05
		střední	1,1
		silná	1,15

**Příloha č. 16** - Tabulky pro najížděcí směry A1, A2

Najíždí	Vyklizuje					
A1	B1	C1	D1	P1	P2	P3
$L_v$ [m]	11,6	37,1	38,9	10,3	6,3	10,3
$l_n$ [m]	16,7	20,6	19,3	0,5	22,3	51,7
$V_v$ [ $m \cdot s^{-1}$ ]	7,0	7,0	7,0	1,4	1,4	1,4
$V_n$ [ $m \cdot s^{-1}$ ]	7,0	9,7	9,7	9,7	7,0	9,7
$l_{voz}$ [m]	5,0	5,0	5,0	0,0	0,0	0,0
$t_v$ [s]	2,3	6,0	6,3	7,4	4,5	7,4
$t_n$ [s]	2,4	2,1	2,0	0,1	3,2	5,3
$t_b$ [s]	2,0	2,0	2,0	0,0	0,0	0,0
$t_m$ [s]	1,9	5,9	6,3	7,3	1,3	2,1
$t_{skut}$ [s]	2,0	6,0	7,0	8,0	2,0	3,0

Najíždí	Vyklizuje				
A2	B1	C2	D1	P1	P4
$L_v$ [m]	27,9	27,0	32,5	7,3	10,3
$l_n$ [m]	36,9	30,8	23,6	0,5	56,2
$V_v$ [ $m \cdot s^{-1}$ ]	9,7	7,0	7,0	1,4	1,4
$V_n$ [ $m \cdot s^{-1}$ ]	7,0	7,0	7,0	9,7	9,7
$l_{voz}$ [m]	5,0	5,0	5,0	0,0	0,0
$t_v$ [s]	3,4	4,5	5,4	5,2	7,4
$t_n$ [s]	5,3	4,4	3,4	0,1	5,8
$t_b$ [s]	2,0	2,0	2,0	0,0	0,0
$t_m$ [s]	0,1	2,1	4,2	5,1	1,6
$t_{skut}$ [s]	1,0	3,0	5,0	6,0	2,0

**Příloha č. 17** - Tabulky pro najížděcí směr B1

Najíždí	Vyklizuje						
B1	A1	A2	C1	C2	D1	P2	P4
$L_v$ [m]	27,7	36,9	41,0	49,4	41,8	6,4	10
$l_n$ [m]	11,6	27,9	8,0	22,8	8,6	0,5	43
$V_v$ [ $m \cdot s^{-1}$ ]	7,0	9,7	7,0	9,7	7,0	1,4	1,4
$V_n$ [ $m \cdot s^{-1}$ ]	7,0	7,0	7,0	9,7	7,0	7,0	9,7
$l_{voz}$ [m]	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	0,0	0
$t_v$ [s]	4,6	4,3	6,6	5,6	6,7	4,6	7,4
$t_n$ [s]	1,6	4,0	1,1	2,4	1,2	0,1	4,4
$t_b$ [s]	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	0,0	0
$t_m$ [s]	5,0	2,3	7,5	5,2	7,5	4,5	3
$t_{skut}$ [s]	5,0	3,0	8,0	6,0	8,0	5,0	3

**Příloha č. 18** - Tabulky pro najížděcí směry C1 a C2

Najíždí	Vyklizuje				
<b>C1</b>	A1	B1	D1	P2	P3
$L_v$ [m]	22,9	16,3	50,1	5,0	6,9
$l_n$ [m]	37,1	30,4	11,9	48,3	0,5
$V_v [m \cdot s^{-1}]$	7,0	7,0	7,0	1,4	1,6
$V_n [m \cdot s^{-1}]$	7,0	9,7	9,7	7,0	9,7
$l_{voz}$ [m]	5,0	5,0	5,0	0,0	0,0
$t_v$ [s]	4,0	3,0	7,9	3,6	3,0
$t_n$ [s]	5,3	3,1	1,2	6,9	0,1
$t_b$ [s]	2,0	2,0	2,0	0,0	0,0
$t_m$ [s]	0,7	1,9	8,7	-3,3	4,9
$t_{skut}$ [s]	1,0	2,0	9,0	0,0	5,0

Najíždí	Vyklizuje						
<b>C2</b>	A2	B1	D1	D2	P1	P3	P4
$L_v$ [m]	30,8	47,8	28,7	50,0	8,5	10,7	10,7
$l_n$ [m]	27,0	25,8	14,7	57,3	52,5	0,5	23,6
$V_v [m \cdot s^{-1}]$	7,0	9,7	9,7	9,7	1,4	1,4	1,4
$V_n [m \cdot s^{-1}]$	9,7	9,7	9,7	9,7	9,7	9,7	7,0
$l_{voz}$ [m]	5,0	5,0	5,0	5,0	0,0	0,0	0,0
$t_v$ [s]	5,1	5,4	3,5	5,7	6,1	7,6	7,6
$t_n$ [s]	2,8	2,7	1,5	6,0	5,4	0,1	3,4
$t_b$ [s]	2,0	2,0	2,0	2,0	0,0	0,0	0,0
$t_m$ [s]	4,3	4,7	4,0	1,6	0,7	7,5	4,2
$t_{skut}$ [s]	5,0	5,0	4,0	2,0	1,0	8,0	5,0

**Příloha č. 19** - Tabulky pro najížděcí směry D1 a D2

Najíždí	Vyklizuje							
D1	A1	A2	B1	C1	C2	P2	P3	P4
$L_v$ [m]	56,7	23,6	35,6	78,9	30,8	4,6	11,4	6,6
$l_n$ [m]	38,9	12,7	12,7	26,5	28,6	49,5	39,2	0,5
$V_v$ [ $m \cdot s^{-1}$ ]	9,7	7,0	9,7	7,0	9,7	1,4	1,4	1,4
$V_n$ [ $m \cdot s^{-1}$ ]	7,0	7,0	7,0	7,0	9,7	7,0	7,0	9,7
$l_{voz}$ [m]	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	0,0	0,0	0,0
$t_v$ [s]	6,4	4,0	4,2	7,7	3,7	3,3	8,1	4,7
$t_n$ [s]	5,6	1,8	1,8	3,8	2,9	7,1	5,6	0,1
$t_b$ [s]	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	0,0	0,0	0,0
$t_m$ [s]	2,8	4,2	4,4	5,9	2,8	-3,8	2,5	4,6
$t_{skut}$ [s]	3,0	5,0	5,0	6,0	3,0	0,0	3,0	5,0

Najíždí	Vyklizuje		
D2	C2	P1	P4
$L_v$ [m]	57,3	9,8	9,5
$l_n$ [m]	50,0	49,2	0,5
$V_v$ [ $m \cdot s^{-1}$ ]	9,7	1,4	1,4
$V_n$ [ $m \cdot s^{-1}$ ]	9,7	7,0	7,0
$l_{voz}$ [m]	5,0	0,0	0,0
$t_v$ [s]	6,4	7,0	6,8
$t_n$ [s]	5,2	7,0	0,1
$t_b$ [s]	2,0	0,0	0,0
$t_m$ [s]	3,2	0,0	6,7
$t_{skut}$ [s]	4,0	0,0	7,0

**Příloha č. 20 - Mezičasy pro jednotlivé kombinace fází**

**Pro 1. fázi**

1 - 2	Najíždí z 2. fáze	
Vyklizuje	C1	C2
A1	1	-
A2	-	5
D1	9	4
D2	-	2
$t_{m12}$ [s]	9	

1 - 3	Najíždí z 3. fáze	
Vyklizuje	B1	
A1	5	
A2	3	
D1	8	
D2	-	
$t_{m13}$ [s]	8	

1 - 4	Najíždí z 4. fáze	
Vyklizuje	D1	
A1	3	
A2	5	
D1	-	
D2	-	
$t_{m14}$ [s]	5	

**Pro 2. fázi**

2 - 1	Najíždí z 1. fáze			
Vyklizuje	A1	A2	D1	D2
C1	6	-	6	-
C2	0	3	3	4
$t_{m21}$ [s]	6			

2 - 3	Najíždí z 3. fáze	
Vyklizuje	B1	
C1	8	
C2	6	
$t_{m23}$ [s]	8	

2 - 4	Najíždí z 4. fáze
Vyklizuje	D1
C1	6
C2	3
$t_{m24}$ [s]	6

### Pro 3. fázi

3 - 1	Najíždí z 1. fázi			
Vyklizuje	A1	A2	D1	D2
B1	2	1	5	-
$t_{m31}$ [s]	5			

3 - 2	Najíždí z 2. fáze	
Vyklizuje	C1	C2
B1	2	5
$t_{m32}$ [s]	5	

3 - 4	Najíždí z 4. fáze
Vyklizuje	D1
B1	5
$t_{m34}$ [s]	5

### Pro 4. fázi

4 - 1	Najíždí z 1. fáze			
Vyklizuje	A1	A2	D1	D2
D1	7	5	-	-
$t_{m41}$ [s]	7		-	-

4 - 2	Najíždí z 2. fáze	
Vyklizuje	C1	C2
D1	9	4
$t_{m42}$ [s]	9	

4 3	Najíždí z 3. fáze
Vyklizuje	B1
D1	8
$t_{m43}$ [s]	8

**Příloha č. 21 - Signální plán křižovatky Francouzská - Polská**

